



TESIS - RE142541

MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM BERDASARKAN KENAIKAN MUKA AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN GRESIK

ADINDA PUTRI SIAGIAN
NRP 3314201023

SUPERVISOR
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - RE142541

MITIGATION AND ADAPTATION OF CLIMATE CHANGE BY SEA LEVEL RISE IN COASTAL AREAS GRESIK

ADINDA PUTRI SIAGIAN
NRP 3314201023

SUPERVISOR
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

MAGISTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T.)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

Adinda Putri Siagian

NRP. 3314201023

Tanggal Ujian : 20 Juni 2016

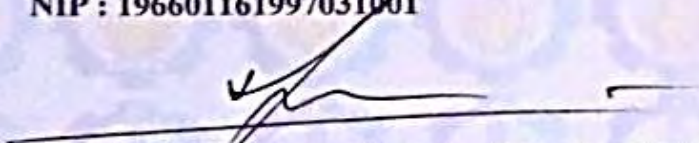
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui Oleh :



1. Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT
NIP : 196601161997031001

(Pembimbing I)



2. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES
NIP : 195408241984031001

(Penguji)



3. Dr. Eng. Arie Dipareza, ST, MEPM
NIP : 198201192005011001

(Penguji)



4. Adhi Yuniarto, ST, MT, PhD
NIP : 197306012000031001

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,



Prof. Ir. Djauhar Manfaat, MSc., PhD
NIP : 196012021987011001

**MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM
BERDASARKAN KENAIKAN TINGGI MUKA AIR LAUT
DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN GRESIK**

Nama Mahasiswa : Adinda Putri Siagian
NRP : 3314201023
Jurusan : Pascasarjana Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

ABSTRAK

Isu utama dampak perubahan iklim dan pemanasan global adalah kenaikan muka air laut. Dampak perubahan iklim terhadap aspek kelautan dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung, baik dalam jangka waktu pendek maupun pada masa yang panjang. Berbagai dampak yang dapat terjadi akibat kenaikan muka air laut di wilayah pesisir yaitu membanjiri kawasan pesisir, merusak fungsi sarana dan prasarana lingkungan pesisir. Diperlukan upaya mitigasi dan adaptasi untuk mengurangi resiko dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut di wilayah pesisir Gresik. Analisa penelitian untuk menyusun upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir Gresik yaitu (1) menghitung kenaikan tinggi muka air laut berdasarkan proyeksi data time series nilai pasang – surut muka air laut, (2) melakukan pemetaan wilayah genangan yang terpengaruh dampak perubahan iklim dengan menggunakan SIG, (3) menentukan nilai ekonomi lahan tergenang di wilayah pesisir Gresik, (4) merencanakan upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Wilayah Pesisir Gresik. Hasil penelitian didapatkan sebaran wilayah rentan terdampak kenaikan muka air laut berdasarkan luasan wilayah tergenang paling besar terdapat pada Kecamatan Ujungpangkah, Kecamatan Bungah, dan Kecamatan Manyar. Dampak ekonomi paling tinggi terjadi pada penggunaan lahan perikanan tambak. Nilai ekonomi lahan tambak yang rentan sebesar Rp 351.573.000.000,00. Upaya mitigasi dengan mengembangkan kawasan hutan kota dengan pemilihan vegetasi yang mampu menyerap emisi Gas Rumah Kaca (GRK) secara optimal. Strategi adaptasi untuk mengantisipasi kenaikan muka air laut adalah dengan membangun *green belt* mangrove kerapatan vegetasi 25-100 meter di pesisir pantai, tanggul penahan ombak di kawasan perikanan tambak, pembuatan peta kerentanan wilayah dan meletakkan konstruksi baru ke daerah yang aman dari genangan air laut.

Kata kunci: adaptasi, Gresik, mitigasi, perubahan iklim

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

MITIGATION AND ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE BY SEA LEVEL RISE IN COASTAL AREAS GRESIK

Name : Adinda Putri Siagian
NRP : 3314201023
Subject : Pascasarjana Teknik Lingkungan
Supervisor : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT

ABSTRACT

The main issue of the impact of climate change and global warming is rising sea levels. The impact of climate change on the marine aspects can be direct and indirect, in both the short term and in the long term. Various impacts that may occur as a result of sea level rise in coastal areas that flooded coastal areas, damaging the function of the coastal environment infrastructure. Mitigation and adaptation efforts are needed to reduce the risk of climate change impacts by sea level rise in coastal areas Gresik. Analysis of the research to formulate mitigation and adaptation to climate change in coastal areas Gresik: (1) calculate the rise in sea level based on the projection of time series data value pairs-at low tide the sea level, (2) mapping floodplains are affected by climate change using GIS, (3) determine the economic value of land was inundated in the coastal region of Gresik, (4) planned mitigation and adaptation of climate change in the coastal area of Gresik. The result showed the distribution of vulnerable areas affected by sea level rise most inundated are in District Ujungpangkah, District Bungah and District Manyar. The highest economic impact is in the land use of fishing pond. The economic value of the land affected is Rp 351.573.000.000,00. Mitigation efforts by developing an urban forest area with the selection of vegetation that is able to absorb the emissions of greenhouse gases (GHG) optimally. Adaptation strategies in anticipation of rising sea levels is to build a green belt of vegetation density of 25-100 meters in the coastal area, building a breakwater embankment in the area of fishery ponds, creating a map of vulnerability region and building new construction to areas that are not vulnerable.

Keywords: adaptation, climate change, Gresik, mitigation

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikan pada penulis hingga mampu menyelesaikan tesis yang berjudul **Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim berdasarkan Kenaikan Muka Air Laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik**. Shalawat beriring salam semoga senantiasa tercurah pada Nabi Muhammad SAW.

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

1. Kedua orangtua atas doa yang dipanjatkan dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Rachmad Boedisantoso, MT sebagai dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu yang bermanfaat dalam proses penelitian.
3. Prof. Dr. Ir. Sarwoko Mangkoedihardjo, MScES, Dr. Eng. Arie Dipareza, ST, MEPM dan Adhi Yuniarto, ST, MT, PhD sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang konstruktif.
4. Bapak Ir. Eddy Setiadi Suedjono, Dipl. SE, MSc. PhD. selaku dosen wali yang selalu memberikan arahan selama menempuh pendidikan pascasarjana.
5. Ibu Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie selaku Kaprodi Program Pascasarjana Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
6. Ibu I. D. A. A. Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS dan Sekretariat Jurusan Teknik Lingkungan yang telah memberikan fasilitas pelaksanaan tesis
7. Rekan mahasiswa Pascasarjana Teknik Lingkungan angkatan 2014 atas segala dukungan dan kerjasama yang diberikan.
8. Pihak – pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas semua bantuan dalam penyusunan Tesis ini.

Kekurangan yang terdapat pada penyusunan tesis ini penulis sadari sebagai manusia yang tak sempurna. Kritik dan saran yang membangun akan sangat berarti dalam menyempurnakan penelitian ini. Semoga bermanfaat bagi seluruh pembaca. Terima Kasih.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	iii
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	5
2.2 Dampak Perubahan Iklim secara Global	6
2.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Kerentanan Kawasan Pesisir.....	7
2.4 Tren Kenaikan Tinggi Muka Air Laut.....	9
2.5 Pasang-Surut Air laut.....	11
2.6 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	11
2.7 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim	16

2.8 Dampak Ekonomi.....	21
2.9 Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Penelitian	22
2.10 Penelitian Terdahulu	24
 BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Penelitian	29
3.2 Tahapan Penelitian	30
3.2.1 Ide Penelitian.....	30
3.2.2 Studi Literatur	30
3.2.3 Pengumpulan Data	31
3.2.4 Pengolahan Data.....	31
3.2.5 Analisis dan Pembahasan.....	32
 BAB IV 35ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Arahan Penataan Ruang Wilayah Studi berdasarkan RTRW	35
4.2 Perhitungan Tinggi Kenaikan Muka Air Laut	35
4.3 Analisa Kenaikan Muka Air Laut	37
4.3.1 Analisa Spasial Kecamatan Pesisir Gresik Tahun 2013	40
4.3.2 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2023 (Skenario 1)	44
4.3.3 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2033 (Skenario 2)	50
4.4 Perhitungan Ekonomi Penggunaan Lahan yang Tergenang	54
4.4.1 Perhitungan Ekonomi Lahan Tambak.....	54
4.4.2 Perhitungan Ekonomi Lahan Sawah	55
4.4.3 Dampak Ekonomi pada Penduduk Kecamatan Pesisir	56
4.5 Upaya Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	71

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Variasi Anomali Tinggi Muka Air laut (TML)	10
Gambar 2.2 Pola Spasial Tinggi Muka Air laut (TML)	10
Gambar 2.3 Grafik Jumlah Penduduk di Wilayah Penelitian	13
Gambar 2.4 Peta Wilayah Penelitian Kecamatan Pesisir Kabupaten Gresik ..	14
Gambar 2.5 Strategi Utama Adaptasi	18
Gambar 2.6 Ilustrasi Upaya Adaptasi dalam Menghadapi Kenaikan Muka Air Laut	19
Gambar 3.1 Ilustrasi kontur ketinggian dari pantai ke daratan di pesisir	33
Gambar 3.2 Ilustrasi wilayah tidak tergenang karena terhalang topografi	33
Gambar 3.3 Ilustrasi wilayah yang tergenang air laut (banjir rob)	34
Gambar 4.1 Tren Kenaikan Nilai MSL Tahun 2006-2013	37
Gambar 4.2 Peta Digital Elevation Model (DEM) Kabupaten Gresik	39
Gambar 4.3 Persentase Luas Kecamatan Pesisir Tergenang Tahun 2013	40
Gambar 4.4 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2013 di Kabupaten Gresik ..	43
Gambar 4.5 Peta Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2023 di Kabupaten Gresik	47
Gambar 4.6 Sebaran Wilayah Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tergenang Tahun 2023	49
Gambar 4.7 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2033 di Kabupaten Gresik ..	53
Gambar 4.8 Ilustrasi Strategi Akomodatif dengan Mengembangkan Kawasan Hutan Mangrove	59
Gambar 4.9 Upaya Adaptasi Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kecamatan Pesisir Gresik Tahun 2023-2033	63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Gresik	12
Tabel 2.2 Pola Penggunaan Lahan Eksisting di Wilayah Pesisir Gresik	16
Tabel 2.3 Strategi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim.....	20
Tabel 4.1 Rata-Rata Nilai MSL Bulanan (meter).....	36
Tabel 4.2 Nilai Rata-Rata Muka Air Laut (MSL) Tahun 2006-2013 (meter).....	36
Tabel 4.3 Skenario Kenaikan Muka Air Laut	38
Tabel 4.4 Luas Wilayah Tergenang Tahun 2013 (1,48 meter)	41
Tabel 4.5 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2013	42
Tabel 4.6 Penambahan Luas Wilayah Tergenang Tiap Desa Tahun 2023	44
Tabel 4.7 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2023	48
Tabel 4.8 Penambahan Luas Wilayah Tergenang Tahun 2033.....	50
Tabel 4.9 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2033	52
Tabel 4.10 Luas dan Persentase Luas Lahan Tambak Tergenang	54
Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Produksi Tambak Tahun 2023	55
Tabel 4.12 Nilai Produktivitas Padi Sawah di Kabupaten Gresik.....	56
Tabel 4.13 Jumlah Petani Ikan di Kabupaten Gresik	57
Tabel 4.14 Biaya Upah Pekerja Tambak (1 tahun = 4 periode)	57
Tabel 4.15 Kerugian Ekonomi Tambak bagi Penduduk (1 tahun = 4 periode)	58

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan isu global yang disebabkan oleh meningkatnya gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan bahan bakar fosil dan perubahan fungsi lahan (deforestasi). Meningkatnya konsentrasi beberapa jenis gas rumah kaca mengakibatkan penyerapan energi matahari dan refleksi panas matahari menjadi semakin tinggi sehingga meningkatkan suhu udara di bumi dan memicu terjadinya perubahan iklim. Dampak perubahan iklim terhadap aspek kelautan dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung baik dalam jangka waktu pendek maupun pada masa yang panjang. Seiring dengan meningkatnya suhu udara dan terjadinya pemanasan global, pemuaiian air laut dan mencairnya salju-salju abadi terjadi di daerah Arktik dan Antartik. Dampak secara tidak langsung menambah volume air di samudera dan menyebabkan kenaikan muka air laut (Putuhena, 2011).

Wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Kawasan pesisir merupakan bagian wilayah pesisir yang memiliki fungsi tertentu yang ditetapkan berdasarkan kriteria karakteristik fisik, biologi, sosial, dan biaya untuk dipertahankan keberadaannya (UU Nomor 27 Tahun 2007). Kawasan pesisir menurut batas ekologiannya merupakan daerah yang ke darat masih dipengaruhi laut dan ke laut masih dipengaruhi darat (Dahuri, 2008). Potensi kekayaan yang sangat besar baik sumber daya alam di daratan maupun di perairannya dimiliki oleh wilayah pesisir. Potensi yang sangat tinggi pada wilayah pesisir dan keberadaannya yang relatif mudah untuk dijangkau menjadi sasaran wilayah yang dimanfaatkan untuk mendukung pengembangan aktivitas manusia baik berkaitan langsung maupun tidak langsung dengan aktivitas ekonomi utama manusia (Marfai dan King, 2008a). Intensitas pemanfaatan ruang pada wilayah pesisir umumnya cukup tinggi mencakup kegiatan permukiman, kegiatan ekonomi utama seperti industri, budidaya perikanan, pelabuhan dan pariwisata. Kawasan pesisir yang masih

dipengaruhi oleh laut saling berkaitan dengan kondisi yang terdapat pada perairan pesisir. IPCC (2007) menyatakan bahwa perubahan iklim dan pemanasan global yang terjadi akan memberi dampak yang signifikan bagi perubahan lingkungan pesisir. Kenaikan muka air laut (*Sea Water Level Rise*) akibat laju perubahan iklim dalam pengamatan menggunakan satelit altimetry selama periode 1993-2003 menunjukkan bahwa telah terjadi kenaikan muka air laut sebesar $3,1 \pm 0,7$ mm/tahun (Cazenave dan Nerem, 2004 dalam IPCC, 2007). Temperatur rata-rata pada permukaan global meningkat $0,74^{\circ}\text{C}$ pada akhir abad 19 dan dipastikan temperatur bumi akan naik $4,5^{\circ}\text{C}$ yang mengakibatkan es di kutub bumi mencair dan terjadi kenaikan muka air laut yang ditandai dengan meningkatnya luas wilayah yang tergenang akibat rob.

Data BPS (2013) menyebutkan bahwa Wilayah Pesisir Gresik merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter di atas permukaan laut kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan laut. Lebih kurang sepertiga bagian Wilayah Kabupaten Gresik merupakan wilayah pesisir dengan panjang pantainya 140 km. Kondisi Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik yang relatif datar tersebut mendukung peruntukan ruang yang mendukung kegiatan manusia, meliputi permukiman, industri, pelabuhan, dan sebagainya. Hasil pengamatan dalam penelitian Taufik dkk (2014) bahwa luasan genangan di perairan Banyu Urip di Kabupaten Gresik tahun 2014-2020 berkisar antara 229,21 ha-243,24 ha. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perubahan iklim terhadap perairan Kabupaten Gresik secara signifikan yaitu adanya peningkatan luasan genangan muka air laut di Wilayah Pesisir Gresik.

Kondisi pesisir Gresik yang telah mengalami peningkatan luasan genangan dari tahun ke tahun akan membawa dampak terjadinya bencana pesisir bila tidak ada upaya antisipasi yang dilakukan. Bencana yang dapat terjadi antara lain membanjiri kawasan yang letaknya rendah, mempercepat terjadinya erosi di pantai, meningkatkan kadar garam pada wilayah pesisir, dan merusak lahan penduduk (Andrianto dan Suntoyo, 2012). Dampak lanjutan dari kenaikan muka air laut adalah menurunnya kualitas kesehatan masyarakat dan lingkungan, menurunnya fungsi sarana dan prasarana, serta terganggunya aktivitas perekonomian (Nicholls, 2000). Potensi resiko bencana banjir pesisir karena

kenaikan muka air laut yang semakin besar membutuhkan upaya adaptasi dan mitigasi untuk meminimalisasi. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Gresik.

1.2 Rumusan Masalah

Wilayah Pesisir Gresik secara signifikan telah mengalami peningkatan luasan genangan yang merupakan dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sebaran wilayah yang terkena dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut?
2. Bagaimana dampak ekonomi akibat kenaikan muka air laut?
3. Bagaimana upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Identifikasi sebaran wilayah yang terkena dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut.
2. Menganalisa dampak ekonomi akibat kenaikan muka air laut.
3. Menganalisa upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terhadap penelitian terkait dampak perubahan iklim dan upaya adaptasi kebencanaan pesisir. Hasil penelitian dapat menjadi masukan dalam penyusunan perencanaan dan pengelolaan Wilayah Pesisir di Kabupaten Gresik.

1.5 Ruang Lingkup

1. Penelitian dilakukan di Kabupaten Gresik yaitu pada 7 (tujuh) kecamatan antara lain Kecamatan Panceng, Ujungpangkah, Sidayu, Bungah, Manyar, Gresik, dan Kebomas.
2. Penelitian ini mencakup 3 (tiga) aspek, yaitu aspek teknis, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan.
 - **Aspek Teknis :**
 - Identifikasi wilayah yang terkena dampak kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik.
 - **Aspek Ekonomi :**
 - Analisa dampak ekonomi di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik akibat kenaikan muka air laut.
 - **Aspek Lingkungan :**
 - Upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik.
3. Data pasang surut yang digunakan adalah data *time series* tahun 2006-2013 berdasarkan ketersediaan data dari Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL.
4. Pemetaan dampak kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik disesuaikan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM) dengan aplikasi SIG-raster.
5. Skenario kenaikan muka air laut berdasarkan kondisi prediksi 10 tahun mendatang yaitu tahun 2023 dan 20 tahun mendatang yaitu tahun 2033.
6. Perhitungan ekonomi dilakukan berdasarkan nilai ekonomi menurut jenis penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap penduduk pesisir yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Pemanasan global atau *global warming* adalah meningkatnya temperatur suhu rata-rata di atmosfer, laut dan daratan di bumi. Penyebab dari peningkatan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil dari batu bara dan minyak bumi yang telah diolah menjadi bensin, minyak tanah, avtur, dan pelumas oli. Hasil pembakaran dari bahan bakar fosil ini melepaskan karbondioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal dengan gas rumah kaca. Gas rumah kaca ini menjadi insulator yang menahan panas matahari yang dipancarkan ke bumi. Ketika atmosfer semakin kaya gas rumah kaca ini, atmosfer semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas matahari. Penghasil terbesar dari pemanasan global ini adalah negara-negara industri Amerika Serikat, Inggris, Rusia, Kanada, Jepang, China, dan negara-negara lain yang berada di belahan bumi utara (Rusbiantoro, 2008).

Rukaesih (2004) menyebutkan bahwa peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas yang dilakukan terutama dalam bidang transportasi dan industri telah diprediksi oleh pakar-pakar atmosfer dunia akan menyebabkan terjadinya kenaikan suhu di seluruh permukaan bumi yang dikenal dengan pemanasan global. IPCC (2001) menyebutkan bahwa penyebab dari pemanasan global ini adalah peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia yang terus menerus. Seiring dengan pembangunan yang meningkat maka polusi dan pencemaran lingkungan meningkat.

UNDP Indonesia (2007) menyatakan bahwa gas rumah kaca utama yang terus meningkat adalah karbon dioksida. Gas ini dihasilkan dari pembakaran batu bara, kayu, dan dari penggunaan kendaraan berbahan bakar bensin dan solar. Sebagian dari karbon dioksida ini dapat diserap kembali yaitu melalui proses fotosintesis yang merupakan bagian dari proses pertumbuhan tanaman atau pohon. Namun yang terjadi kini kebanyakan negara memproduksi karbon dioksida secara jauh lebih cepat ketimbang kecepatan penyerapannya oleh tanaman atau pohon, sehingga konsentrasinya di atmosfer meningkat secara bertahap.

IPCC (2007) menerbitkan laporan penilaian keempat yang menyatakan bahwa kegiatan manusia dalam meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer telah mempercepat laju peningkatan temperatur permukaan rata-rata global hingga mencapai $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ selama periode 1906-2005.

2.2 Dampak Perubahan Iklim secara Global

BAPPENAS (2014) menyatakan bahwa secara umum indikator-indikator perubahan iklim berupa Temperatur Permukaan, Curah Hujan (CH), Suhu Permukaan Laut (SPL), Tinggi Muka Laut (TML), Kejadian iklim ekstrem (ENSO, IOD/DMI, PIO/IPO) serta kejadian cuaca ekstrem (hujan lebat, badai angin kencang, dan gelombang badai). Curah hujan (CH) yang berlebihan dapat berakibat pada kejadian banjir dan longsor, sebaliknya curah hujan yang terlalu sedikit berakibat pada kekeringan dan penurunan ketersediaan air. Penurunan ketersediaan air akan mempengaruhi pasokan air untuk wilayah perkotaan dan pertanian. Kejadian banjir dapat menimbulkan kerugian di wilayah permukiman, perkotaan, dan pertanian. Kejadian longsor dapat menimbulkan kerugian baik materi maupun jiwa pada wilayah permukiman yang terjal. Kenaikan Suhu Permukaan Laut (SPL) dapat merusak terumbu karang (coral bleaching) dan mengubah arus laut yang berakibat pada pola migrasi ikan di laut yang selanjutnya akan mempengaruhi mata pencaharian nelayan. Dampak dari kenaikan tinggi muka air laut (TML) berakibat pada meluasnya genangan air laut dan abrasi di wilayah pesisir serta peningkatan intrusi air laut ke daratan. Hal ini akan berakibat negatif bagi masyarakat pesisir khususnya karena sebagian penduduk Indonesia bertempat tinggal di wilayah pesisir, khususnya di perkotaan pesisir.

Beberapa pengaruh perubahan iklim yang terjadi di Indonesia menurut UNDP Indonesia (2007) yaitu terjadinya pola curah hujan yang berubah-ubah. Curah hujan yang lebat menyebabkan banjir yang memperburuk sistem sanitasi yang belum memadai di banyak wilayah sehingga semakin banyak wilayah yang kumuh. Suhu tinggi dan kelembaban tinggi yang berkepanjangan juga dapat menyebabkan timbulnya wabah penyakit-penyakit menular lewat air seperti diare dan kolera. Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia telah ditunjukkan dengan

kemarau panjang yang mempengaruhi ketersediaan air bersih untuk irigasi dan pada beberapa wilayah telah mengalami gagal panen seperti yang terjadi di Nusa Tenggara Timur. Pengaruh perubahan iklim juga terjadi pada wilayah pesisir dengan adanya kenaikan muka air laut dapat memungkinkan air laut menyusup ke sumber-sumber air bersih.

Kenaikan muka air laut (*Sea Level Rise*) akibat laju perubahan iklim dalam pengamatan menggunakan satelit altimetry selama periode 1993–2003 menunjukkan bahwa telah terjadi kenaikan muka air laut sebesar $3,1 \pm 0,7$ mm/tahun (Cazenave dan Nerem, 2004 dalam IPCC, 2007). Beberapa peristiwa yang terjadi akibat bumi mengalami peningkatan suhu secara global atau pemanasan global antara lain:

1. Mulai menipisnya kantong es yang berada di tepi Pantai Greenland.
2. Pada daerah Siberia suhunya meningkat hingga 5°C yaitu lebih cepat 8 (delapan) kali dibanding dengan rata – rata kondisi global hingga menyebabkan jalanan melengkung dan bangunan roboh.
3. Terjadinya bencana angin ribut, tanah longsor, dan banjir yang melanda Asia Tenggara.
4. Menyusutnya gletser di semua puncak gunung, termasuk di Gunung Kilimanjaro, Tanzania, dimana sejak tahun 1912 telah kehilangan kantong es sebesar 82 persen.
5. Menghilangnya gletser di Alpen dibandingkan dengan pengamatan pada awal abad ke 19 telah hilang sebanyak setengah dari es dan saljunya.

2.3 Dampak Perubahan Iklim terhadap Kerentanan Kawasan Pesisir

Undang – Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil mendefinisikan terkait wilayah pesisir, kawasan pesisir, dan ekosistem sebagai:

- a. wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang masih dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut.
- b. kawasan pesisir adalah bagian wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang memiliki fungsi tertentu yang ditetapkan berdasarkan kriteria

karakteristik fisik, biologi, sosial, dan ekonomi untuk dipertahankan keberadaannya.

- c. ekosistem adalah kesatuan komunitas tumbuh-tumbuhan, hewan, organisme, dan non organisme lain serta proses yang menghubungkannya dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas.

Dahuri dkk (2001) menyatakan bahwa ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan mempunyai kekayaan habitat yang beragam, di darat maupun di laut, dan terjadi saling interaksi antar habitat tersebut. Wilayah pesisir selain memiliki kekayaan yang besar, ekosistem di wilayah pesisir paling mudah terkena dampak kegiatan pembangunan baik langsung maupun tidak langsung. Ekosistem pesisir dapat bersifat alami dan buatan. Ekosistem alami yang terdapat di pesisir antara lain terumbu karang, hutan mangrove, padang lamun, pantai berpasir, estuaria, dan laguna. Ekosistem buatan antara lain berupa tambak, sawah pasang surut, kawasan pariwisata, kawasan industri, kawasan agroindustri, dan kawasan permukiman.

Wilayah pesisir yang rawan tergenang akibat kenaikan muka air laut akan muncul berbagai kerentanan bencana bagi masyarakat pesisir maupun lingkungan pesisirnya. Harmoni (2005) menyebutkan beberapa permasalahan yang ditimbulkan dari kerentanan bencana yang ada antara lain :

1. Kerusakan infrastruktur dan fasilitas umum.

Bencana banjir atau rob yang diakibatkan oleh kenaikan muka air laut akan merusak infrastruktur yang ada di wilayah pesisir. Kerusakan tersebut terjadi karena infrastruktur tersebut akan tergenang oleh air laut yang menyebabkan kerusakan fisik pada infrastruktur yang ada. Kerusakan infrastruktur tersebut tentunya akan membutuhkan biaya yang cukup besar untuk upaya perbaikannya maupun perawatan pasca bencana tersebut jika terjadi.

2. Kerusakan kawasan-kawasan strategis.

Wilayah pesisir seringkali memiliki kawasan-kawasan strategis dalam perkembangannya. Berbagai kawasan yang memiliki peran penting untuk fungsi ekologi dan fungsi ekonomi. Sebagai contoh adanya

kawasan mangrove dan kawasan terumbu karang kemungkinan besar akan menjadi rentan bila terjadi kenaikan muka air laut. Kerusakan habitat akan terjadi dan hal ini menyebabkan terganggunya fungsi ekologis pesisir.

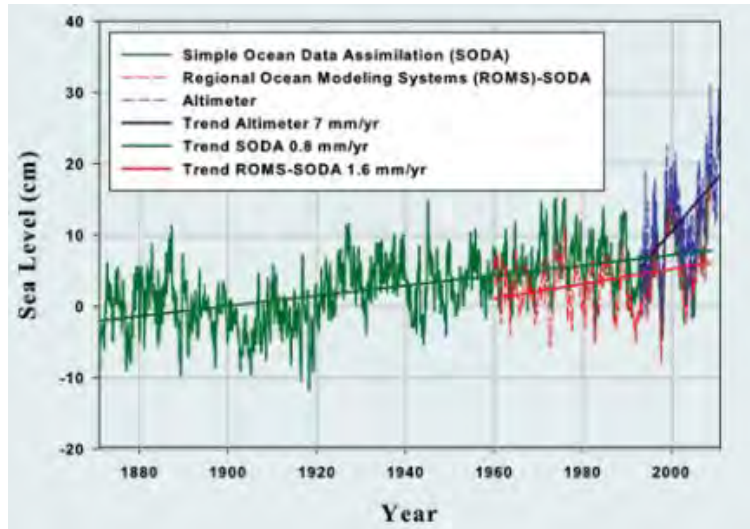
3. Pengaruh bagi masyarakat pesisir.

Pengaruh kenaikan muka air laut bagi masyarakat pesisir ditinjau berdasarkan 2 (dua) aspek yaitu aspek nyawa dan timbulnya berbagai penyakit yang terjadi dan aspek keuangan dan hilangnya asset harta dan benda.

Marfai (2012) menyatakan bahwa beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan selama banjir akibat kenaikan muka air laut berlangsung antara lain adalah kedalaman air, durasi banjir dan kecepatan aliran, konsentrasi sedimen dan polusi. Akan tetapi, dalam suatu penelitian akan sangat kompleks jika meliputi 2 (dua) atau lebih faktor dalam penilaiannya. Peneliti pada umumnya menilai kerusakan banjir karena kedalaman genangan atau banjir. Berkaitan dengan kenaikan muka air laut maka lebih ditekankan penilaian kerusakan akibat banjir ditinjau dari kedalaman genangan.

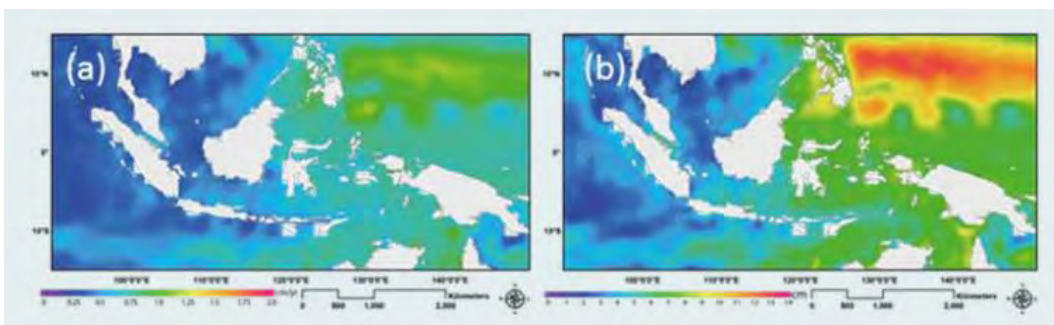
2.4 Tren Kenaikan Tinggi Muka Air Laut

BAPPENAS (2014) menunjukkan bahwa dinamika tinggi muka air laut dari tahun 1860 sampai 2010 telah mengalami kenaikan. Data Simple Ocean Data Assimilation (SODA) menunjukkan bahwa kenaikan muka air laut di Indonesia sebesar 0,8 mm/tahun pada tahun 1860 kemudian meningkat menjadi 1,6 mm/tahun sejak tahun 1960 dan melonjak menjadi 7 mm/tahun sejak tahun 1993. Variasi Anomali Tinggi Muka Air laut Rata-Rata di Perairan Indonesia Tahun 1860-2010 ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Variasi Anomali Tinggi Muka Air laut (TML) Rata-Rata di Perairan Indonesia Tahun 1860-2010. Keterangan: SODA (garis penuh hijau), ROMS-SODA (garis putus-putus merah), dan altimeter (garis putus-putus biru) (Sumber: BAPPENAS, 2014).

Data altimeter menunjukkan bahwa kenaikan tinggi muka air laut terjadi di bagian barat Samudera Pasifik lebih dari 12 cm, sedangkan kenaikan yang terkecil berada di Samudera Hindia selatan Pulau Jawa dan Sumatera, Laut Cina Selatan, dan Utara Sumatera (**Gambar 2.2**). Perbedaan tingkat kenaikan TML antara S. Pasifik dan S. Hindia dapat menyebabkan perubahan karakteristik arus geostrofik dari Pasifik ke Samudera Hindia yang pada akhirnya dapat menyebabkan perubahan Suhu Permukaan Laut (SPL) secara regional yang memicu perubahan pola hujan lokal di seluruh Indonesia.



Gambar 2.2 Pola Spasial Tinggi Muka Air Laut di Indonesia berdasarkan Perhitungan Data Altimeter. (a) peningkatan TML tertinggi terjadi di utara Pulau Papua, Laut Jawa, Banda, S. Hindia, dan sebagian besar wilayah perairan di Indonesia bagian timur, dengan SLR tertinggi mencapai 2.5 cm/tahun. (b) TML mengalami peningkatan secara signifikan pada 2005–2011 relatif terhadap TML tahun 1993–2004 (Sumber: BAPPENAS, 2014).

2.5 Pasang-Surut Air laut

Pasang surut (pasut) adalah proses naik turunnya muka air laut secara periodik karena gaya tarik benda-benda angkasa, terutama bulan dan matahari. Naik turunnya muka air laut dapat terjadi sekali sehari (pasut tunggal), dua kali sehari (pasut ganda) dan pasut campuran. Memprediksi kondisi pasang surut dengan akurasi yang baik diperlukan pengetahuan tentang pasut yang cukup memadai. Data pengukuran yang diperlukan paling sedikit selama 15 hari atau untuk akurasi tinggi diperlukan data pengukuran selama 18,6 tahun (Pariwono 1985 dalam Dahuri dkk, 2004). Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap hari. Jika perairan tersebut mengalami satu kali pasang dan surut dalam sehari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang surut tunggal. Jika terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, maka tipe pasang surut kawasan tersebut adalah bertipe ganda. Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara tipe tunggal dan ganda yang disebut dengan tipe campuran. Tipe pasang surut yang terdapat di kota Surabaya memiliki tipe pasang surut ganda campuran (Moosa 1995 dalam Dahuri dkk, 2004).

2.6 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Kabupaten Gresik terletak di sebelah Barat Laut dari ibukota Provinsi Jawa Timur (Kota Surabaya). Memiliki luas wilayah 1.191,25 km² dan panjang pantai \pm 140 km (BPS, 2015). Wilayah Kabupaten Gresik secara administrative terdiri dari 18 kecamatan, 330 desa dan 26 kelurahan sedangkan secara geografis, wilayah pesisir Gresik merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter di atas permukaan laut kecuali Kecamatan Panceng yang mempunyai ketinggian 25 meter di atas permukaan laut (BPS, 2013). Batas-batas wilayah penelitian Kabupaten Gresik adalah:

Sebelah Utara : Laut Jawa

Sebelah Timur : Selat Madura

Sebelah Selatan : Kab. Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kota Surabaya

Sebelah Barat : Kab. Lamongan

Ruang lingkup wilayah penelitian mencakup pada 7 (tujuh) kecamatan yang berada di daratan yang berbatasan langsung dengan perairan pesisir dan lautan yaitu Kecamatan Panceng, Ujungpangkah, Sidayu, Bungah, Manyar, Gresik, dan Kebomas. Kondisi Wilayah Kabupaten Gresik menurut ketinggiannya, sebagian besar merupakan dataran rendah dengan ketinggian antara 0-25 meter diatas permukaan laut (dpl). Pengelompokan wilayah berdasarkan ketinggian pada Kabupaten Gresik yaitu:

- Wilayah dengan ketinggian 0-7 meter terdapat di Kecamatan Ujung pangkah , Sidayu, Bungah, Manyar dan Gresik.
- Wilayah dengan ketinggian 7-25 meter terdapat di Wilayah Gresik Bagian Utara (Panceng dan sebagian Ujung Pangkah) dan wilayah Gresik bagian Barat dan Selatan.
- Wilayah dengan ketinggian 25-50 meter dpl terdapat di Kecamatan Dukun, Kebomas, Kedamean, Driyorejo, Wringinanom, dan Kepulauan Bawean.
- Wilayah dengan ketinggian 50-100 meter dpl meliputi Kecamatan Panceng, Ujungpangkah, sebagian Kecamatan Dukun, Kebomas, Kedamean, Wringinanom dan Kepulauan Bawean.
- Wilayah dengan ketinggian lebih dari 100 meter dpl terdapat di Kepulauan Bawean.

Menurut kondisi sosial penduduk di Kabupaten Gresik, jumlah penduduk Kabupaten Gresik secara keseluruhan pada tahun 2012 sebanyak 1.307.995 jiwa. Lebih khusus, jumlah penduduk yang hanya terdapat pada wilayah penelitian mencakup 7 (tujuh) kecamatan di pesisir Gresik adalah 515.232 jiwa (BPS, 2013).

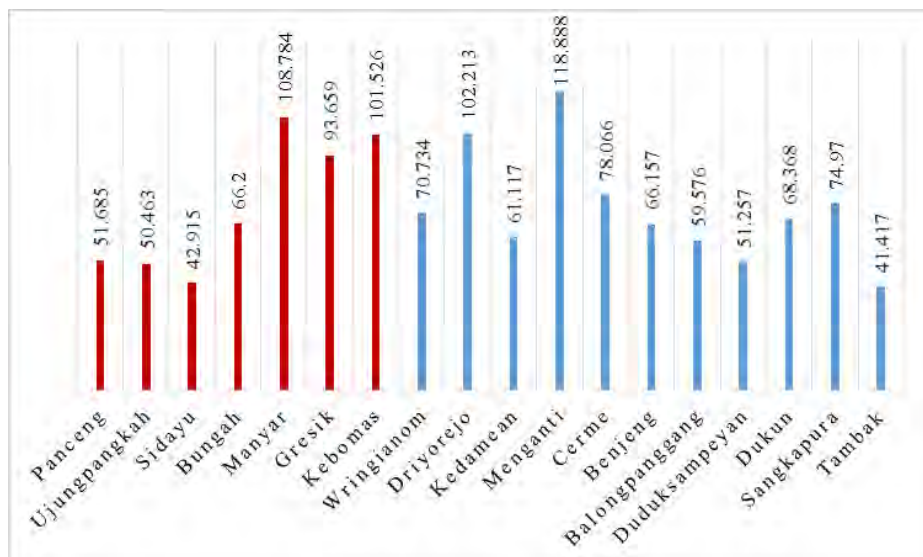
Tabel 2.1 Jumlah Penduduk Kabupaten Gresik

No	Kecamatan	Jumlah Kelurahan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk
1	Panceng	14	62,59	51.685	826
2	Ujungpangkah	13	94,82	50.463	532
3	Sidayu	21	47,13	42.915	911
4	Bungah	22	79,49	66.200	833
5	Manyar	23	95,42	108.784	1.140
6	Gresik	21	5,54	93.659	16.906
7	Kebomas	21	30,06	101.526	3.377

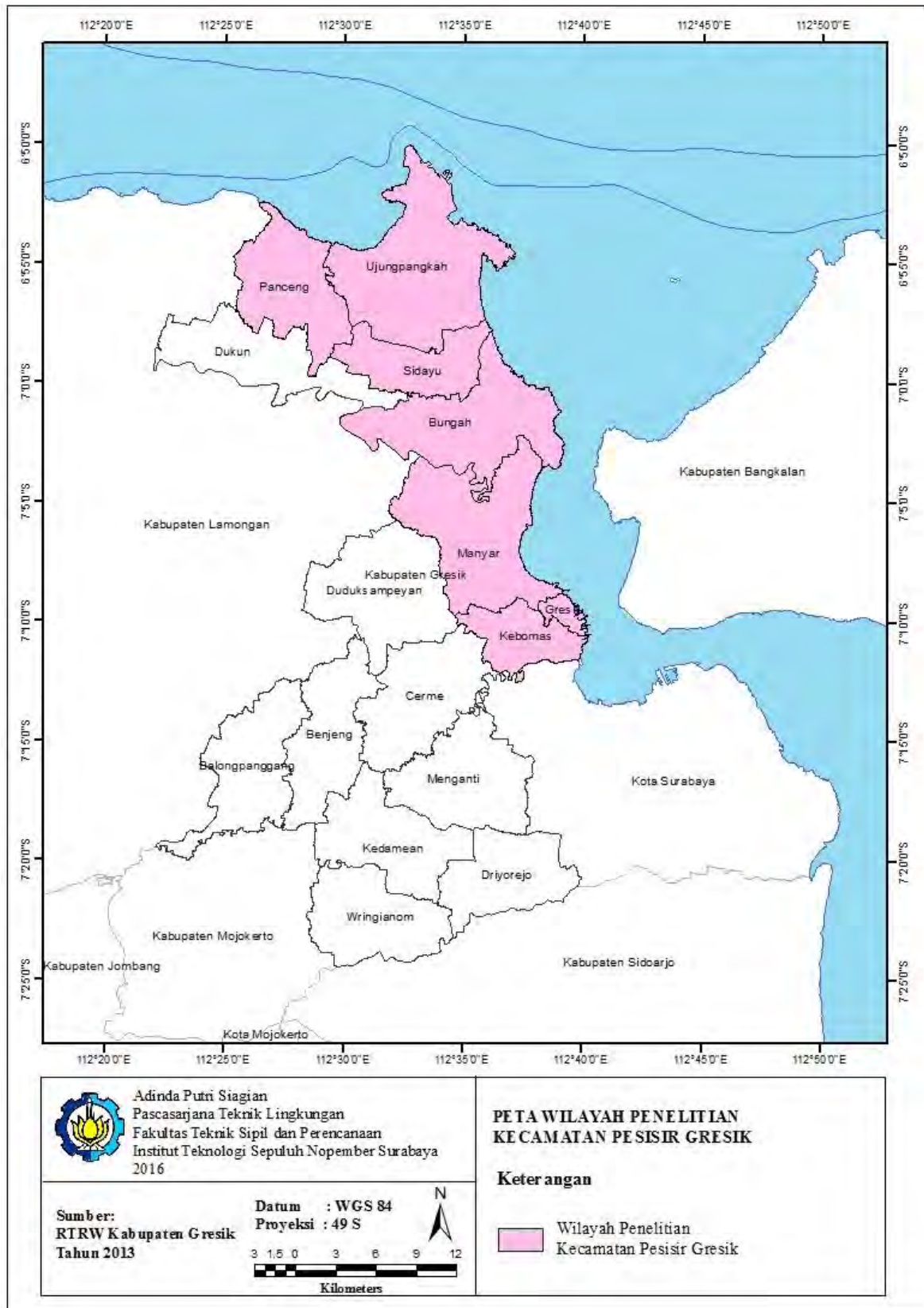
No	Kecamatan	Jumlah Kelurahan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk
8	Wringianom	16	62,62	70.734	1.130
9	Driyorejo	16	51,30	102.213	1.992
10	Kedamean	15	65,96	61.117	927
11	Menganti	22	68,71	118.888	1.730
12	Cerme	25	71,73	78.066	1.088
13	Benjeng	23	61,26	66.157	1.080
14	Balongpanggang	25	63,88	59.576	933
15	Duduksampeyan	23	74,29	51.257	690
16	Dukun	26	59,03	68.368	1.158
17	Sangkapura	17	118,72	74.970	631
18	Tambak	13	78,70	41.417	526
	Total	356	1.191,25	1.307.995	1.098

Sumber : Gresik dalam Angka, 2013

Persebaran jumlah penduduk terbesar di Kecamatan Pesisir Gresik terdapat di Kecamatan Manyar, Kecamatan Kebomas, dan Kecamatan Gresik. Kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kecamatan Gresik. Persebaran jumlah penduduk yang terendah terdapat pada Kecamatan Sidayu. Sebagian besar mata pencaharian penduduknya bergantung pada potensi perikanan yang ada di Wilayah Pesisir Gresik.



Gambar 2.3 Grafik Jumlah Penduduk di Wilayah Penelitian



Gambar 2.4 Peta Wilayah Penelitian Kecamatan Pesisir Kabupaten Gresik

Pola penggunaan lahan secara eksisting di Wilayah Pesisir Gresik meliputi kegiatan permukiman, industri, pertanian, tegalan, perkebunan, perikanan tambak, dan lain-lain. **Tabel 2.2** menunjukkan luasan penggunaan lahan di Wilayah Pesisir Gresik dalam RTRW Kabupaten Gresik Tahun 2010–2030.

Jenis penggunaan lahan terbesar di Wilayah Pesisir Gresik adalah lahan tambak. Luas lahan tambak di Kecamatan Pesisir Gresik sebesar 17.566,88 ha. Kecamatan Ujungpangkah memiliki luas lahan tambak yang terbesar. Jenis penggunaan lahan terbangun pada Wilayah Pesisir Gresik mencakup kegiatan permukiman dan industri. Kecamatan Kebomas merupakan wilayah yang memiliki luasan lahan dengan lahan terbangun terbesar. Hal ini disebabkan karena sebagian besar lahan dimanfaatkan oleh kegiatan permukiman dan industri.

Kondisi eksisting ekosistem alami di Kawasan Pesisir Gresik menurut RZWP3K Gresik (2009) terdiri atas ekosistem alami mangrove, terumbu karang, dan padang lamun. Kawasan pantai berhutan bakau di Kabupaten Gresik mencakup luas 406,7 ha yang tersebar di pesisir Kecamatan Ujungpangkah, Manyar, Bungah, dan Sidayu. Kondisi ekosistem terumbu karang seluas 3,5 ha terdapat di pesisir Ujungpangkah, saat ini kondisi terumbu karang telah mengalami kerusakan yang telah mengalami pelumpuran. Keberadaan ekosistem terumbu karang buatan dengan luas 2 ha terdapat di perairan Desa Ngimboh dan Desa Banyuurip, Kecamatan Ujungpangkah. Keberadaan ekosistem padang lamun tersebar di Wilayah Pantai Utara Gresik terutama di Kecamatan Ujungpangkah dan Panceng. Pemanfaatan ruang yang termasuk dalam ekosistem buatan di Kawasan Pesisir Gresik menurut revisi RTRW Gresik 2010-2030 secara eksisting luasan lahan di Kabupaten Gresik yang paling besar adalah jenis penggunaan lahan tambak.

Tabel 2.2 Pola Penggunaan Lahan Eksisting di Wilayah Pesisir Gresik

Penggunaan Lahan (Ha)	Kecamatan Pesisir							Jumlah
	Kebomas	Gresik	Manyar	Bungah	Sidayu	Panceng	Ujung pangkah	
Hutan	-	-	130,57	96,80	48,50	834,23	322,44	1.432,54
Permukiman	595,87	387,56	428,57	467,59	260,45	473,98	376,22	2.990,24
Industri	499,70	72,48	159,62	0,84	2,88	-	2,68	738,20
Pertanian	294,00	-	426,00	1.676,00	1.227,00	1.412,00	875,00	5.910,00
Tegalan	539,75	26,45	479,27	1.250,08	844,60	2.512,66	2.260,20	7.913,01
Perkebunan	121,66	10,28	166,79	-	-	421,31	-	720,04
Tambak/ Empang	532,77	37,72	6.278,40	3.944,77	2.011,93	55,21	4.706,08	17.566,88
Pertambangan	6,57	-	-	2,62	-	49,36	365,53	424,08
Rumput	218,02	9,33	39,45	40,79	17,93	96,83	332,85	755,20
Tanah kosong	243,17	219,47	372,20	0,00	0,06	-	0,04	834,94
Tanah rusak	160,22	-	-	175,09	-	93,70	264,97	693,98
Da/Tlg/Waduk	18,03	3,44	8,00	41,75	11,50	15,50	9,00	107,22
Sungai/Saluran Irigasi	15,80	0,45	96,26	177,79	44,50	2,84	371,25	708,89
Jalan darat	17,50	11,55	40,75	54,70	10,76	29,96	23,57	188,79
Lain-lain	169,94	20,27	45,13	7,18	40,89	261,42	496,17	1.041,00
Jumlah	3.433,00	799,00	8.671,01	7.936,00	4.521,00	6.259,00	10.406	42.025,01

Sumber: BPN Kabupaten Gresik RTRW Kabupaten Gresik 2010-2030

2.7 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim BAPPENAS (2014) menyebutkan bahwa upaya adaptasi adalah penyesuaian dalam sistem ekologi, sosial dan ekonomi dalam merespon dampak perubahan iklim yang sudah terjadi atau yang diramalkan akan terjadi. Upaya adaptasi untuk merespon perubahan iklim seringkali berkaitan dengan pengurangan kerentanan. Tingkat kerentanan suatu sistem terhadap dampak perubahan iklim ditentukan oleh tiga faktor, yaitu tingkat kepaparan (*level of exposure*), tingkat kepekaan (*level of sensitivity*), dan kapasitas adaptif (*adaptive capacity*). Dapat dikatakan upaya adaptasi adalah sebagai upaya untuk meningkatkan ketahanan atau resiliensi suatu sistem, terhadap dampak dari perubahan iklim.

Dua strategi utama dalam menghadapi perubahan iklim berdasarkan konsep *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) 2007 adalah mitigasi dan adaptasi. Mitigasi meliputi pencarian cara-cara untuk

memperlambat emisi gas rumah kaca atau menahannya, atau menyerapnya ke hutan atau penyerap karbon lainnya. Adaptasi mencakup cara-cara menghadapi perubahan iklim dengan melakukan penyesuaian yang tepat bertindak untuk mengurangi berbagai pengaruh negatifnya. UNDP Indonesia (2007) menyatakan bahwa adaptasi tidak hanya dilihat dari masalah lingkungan saja akan tetapi memerlukan pertimbangan dampak perubahan iklim dalam berbagai aspek seperti ketahanan pangan, pengendalian infrastruktur, perencanaan perkotaan. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi resiko bencana.

Diposaptono (2009) menyatakan bahwa adaptasi merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meminimalisasi dampak perubahan iklim. Pendekatana adaptasi diarahkan pada tindakan-tindakan langsung guna mengantisipasi dampak kenaikan muka air laut. Gambaran strategi utama adaptasi kenaikan muka air laut ditunjukkan pada **Gambar 2.5**. Tiga strategi utama pendekatan adaptasi antara lain:

1. Strategi protektif

Strategi ini dilakukan dengan membangun bangunan-bangunan fisik di kawasan pantai untuk mengantisipasi kerentanan kenaikan muka air laut.

2. Strategi akomodatif

Strategi ini berusaha menyesuaikan dengan perubahan alam akibat kenaikan muka air laut dengan memanfaatkan morfodinamika karakteristik wilayah pesisir tersebut. Sebagai contoh yakni antisipasi yang dilakukan untuk kawasan pemukiman di wilayah pesisir dengan membuat rumah panggung yang didukung dengan dikembangkan mangrove sebagai buffer di sempadan pantai yang ada.

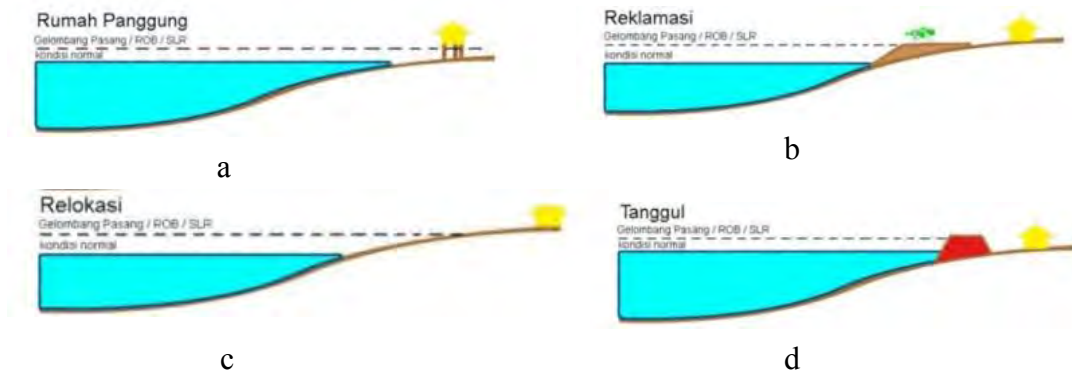
3. Strategi mundur

Strategi ini menyesuaikan pada proses dinamika alami yang terjadi dan menyesuaikan peruntukkan sesuai dengan kondisi perubahan alam yang terjadi akibat kenaikan muka muka air laut. Adapun sebagai salah satu bentuk program dari strategi ini yakni berupa relokasi penduduk pada kawasan yang memiliki kerentanan kenaikan muka air laut.



Gambar 2.5 Strategi Utama Adaptasi. (a) Strategi mundur: relokasi jalan, rumah, sawah, tambak, dan penduduk. (b) Strategi Akomodatif: buffer mangrove. (c) Strategi Protektif: pembuatan tembok laut. (Sumber: Diposaptono, 2009)

Diposaptono dalam Pribadi (2011) menyebutkan bahwa dua upaya adaptasi terhadap kenaikan muka air laut dapat dilakukan dengan upaya fisik dan non fisik. Upaya fisik dapat berupa perlindungan alami dan buatan. Upaya adaptasi fisik alami dengan membuat *green belt* mangrove di pesisir pantai. Upaya adaptasi fisik buatan dapat dilakukan dengan membangun pemecah arus, tembok laut, tanggul, dan konstruksi perlindungan dan rumah panggung. Upaya non fisik yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan peta rawan bencana yaitu peta yang memberikan informasi terkait dengan kerentanan wilayah terhadap kenaikan muka air laut. Peta tersebut juga dijadikan sebagai acuan lokasi relokasi dalam penentuan zonasi penetapan sempadan pantai dalam tata ruang dan tata guna lahan pesisir. Upaya non fisik lainnya yaitu penyuluhan informasi tentang perubahan iklim ke publik dan pelatihan simulasi bencana oleh pemerintah. Kenaikan muka air laut yang mengakibatkan adanya intrusi air laut ke lahan tambak akan menyebabkan meningkatnya kadar garam dalam tanah tambak. Hal tersebut membutuhkan upaya rehabilitasi untuk mengurangi kadar salinitas lahan. Gambaran upaya adaptasi ditunjukkan pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2.6 Ilustrasi Upaya Adaptasi dalam Menghadapi Kenaikan Muka Air Laut. Ket: (a) Pembangunan Rumah Panggung, (b) Reklamasi Lahan , (c) Relokasi, (d) Pembangunan Tanggul (Sumber: Diposaptono dalam Pribadi, 2011)

Kegiatan adaptasi pada sektor pembangunan wilayah pesisir yang dilakukan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan antara lain kajian kerentanan di sepanjang jalur Pantai Utara, rehabilitasi mangrove, dan program pengembangan sistem informasi perubahan iklim. Lembaga lain yang melakukan adaptasi pada sektor pembangunan wilayah pesisir adalah Centre for Climate Risk and Opportunity Management (CCROM) IPB dan Bintari. CCROM IPB melaksanakan kegiatan adaptasi komunitas daerah pesisir di Tapak Tugurejo Semarang serta mengevaluasi tingkat emisi GRK dan kemungkinan dampak perubahan iklim dan juga kenaikan muka air laut di daerah rawa Kota Palembang. Bintari melakukan kegiatan adaptasi yang rutin berupa pengelolaan kawasan pesisir melalui rehabilitasi pantai dengan penanaman mangrove dan pembuatan alat penahan ombak (DNPI, 2011). Beberapa strategi dan program adaptasi dan mitigasi perubahan iklim yang termasuk dalam bidang fisik dan prasarana lingkungan dalam Rencana Aksi Mitigasi dan Adaptasi terhadap Perubahan Iklim RAN-MAPI (2007) ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Strategi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

No	Strategi Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim	Sumber
1	<ul style="list-style-type: none"> - Kajian kerentanan di sepanjang jalur Pantai Utara. - Rehabilitasi mangrove. - Program pengembangan sistem informasi perubahan iklim. 	Kementrian Kelautan dan Perikanan (DNPI,2011)
2	<p>1.Bidang Penataan Ruang:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pemetaan kawasan dampak perubahan iklim. - Memprediksi wilayah yang terkena dampak perubahan iklim. - Ditertibkannya penataan ruang di kawasan pesisir. <p>2.Bidang Air Bersih, Sanitasi, Persampahan, Bidang Perumahan dan Permukiman:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desain gedung memperhatikan ketahanan terhadap badai tropis, intensitas hujan yang tinggi, dan kekeringan. - Mengenalkan teknologi konstruksi bangunan yang tahan korosi. - Memperbaiki sistem drainase guna mengantisipasi intensitas hujan yang tinggi. - Memfungsikan kembali resapan air pada sempadan sungai di perkotaan. - Meletakkan konstruksi baru ke daerah yang lebih aman dari genangan air laut. <p>3.Bidang Jalan dan Jembatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perencanaan jalan yang mempertahankan kondisi fungsi tanah sebagai resapan air. - Merencanakan jalan dan jembatan yang memenuhi standar geometri yang hemat energi serta berwawasan lingkungan. - Melakukan perbaikan konstruksi penguatan jalan terhadap abrasi. 	RAN-MAPI, 2007
3	<p>1.Strategi protektif:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membangun tembok laut di sepanjang pantai. <p>2.Strategi akomodatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat rumah panggung. - Hutan mangrove sebagai buffer di sempadan pantai. <p>3.Strategi mundur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relokasi penduduk 	Diposaptono, 2009
4	<p>1.Upaya adaptasi fisik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Green belt mangrove di pesisir pantai. - Pemecah arus, tembok laut, tanggul, dan konstruksi perlindungan dan rumah panggung. <p>2.Upaya non fisik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pembuatan peta rawan bencana. - Peta lokasi relokasi. - Peta penentuan zonasi penetapan sempadan pantai. - Penyuluhan informasi tentang perubahan iklim ke publik. - Pelatihan simulasi bencana oleh pemerintah. - Rehabilitasi untuk mengurangi kadar salinitas lahan. 	Diposaptono dalam Pribadi, 2011

2.8 Dampak Ekonomi

Nilai ekonomi dihitung berdasarkan jenis lahan yang tergenang pada suatu wilayah. Jenis lahan dibedakan menjadi dua yaitu lahan basah dan lahan kering. Lahan basah merupakan lahan yang digunakan dalam rangka pelestarian lingkungan. Lahan kering merupakan lahan yang digunakan oleh manusia untuk melakukan kegiatan ekonomi. Nilai ekonomi permukiman terpisah dari lahan kering karena tidak menghasilkan output ekonomi. Nilai ekonomi lahan basah (*Wetland Loss Cost*) merupakan biaya atau kerugian yang harus ditanggung apabila kehilangan lahan yang digunakan untuk kegiatan non-profit. Lahan-lahan ini pada umumnya memiliki fungsi sebagai kegiatan pelestarian lingkungan. Salah satu jenisnya adalah hutan bakau. Hutan bakau banyak terdapat ekosistem hewan dan tumbuhan air (Sugiyama, 2007).

A. Dampak Ekonomi Lahan

Perhitungan dampak ekonomi menurut Suparmoko (2009) dilakukan berdasarkan luas kerusakan penggunaan lahan akibat genangan. Parameter yang digunakan untuk menghitung kerugian adalah luas dari jenis penggunaan lahan yang tergenang. Perhitungan kerugian dilakukan dengan menggunakan formula:

$$Qp = (A \times \Delta Pt) \quad (1)$$

dengan:

Qp = kerugian (rupiah)
 A = luas tanah yang tergenang (hektar)
 ΔPt = produktivitas per ha (rupiah)

Wilayah permukiman merupakan wilayah yang memiliki perhitungan nilai ekonomi dengan menghitung luas wilayah yang terendam dan nilai lahan terbangun dari wilayah tersebut. Nilai ekonomi permukiman dihitung dengan menggunakan formula:

$$\text{Nilai ekonomi permukiman} = \text{luas wilayah} * \text{harga lahan terbangun} \quad (2)$$

Asumsi yang digunakan dalam menghitung nilai ekonomi permukiman adalah bahwa nilai seluruh lahan terbangun adalah sama untuk setiap wilayah yang tergenang.

B. Dampak Ekonomi Masyarakat

Permen LH (2014) penghitungan terhadap kerugian yang diderita oleh masyarakat akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Penghitungan ganti rugi akibat kerusakan lingkungan hidup lebih didasarkan pada komponen yang disebut sebagai “*compensable damage*” atau kerusakan yang dapat dikompensasi. Adanya perubahan aktifitas ekonomi akibat pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan menyebabkan *forgone income* atau kehilangan pendapatan. Ada beberapa metode yang bisa digunakan untuk menghitung *forgone income* tersebut. Salah satu dari metode tersebut misalnya menghitung *Fee losses*. *Fee losses* adalah kehilangan penerimaan yang seharusnya diterima masyarakat atau pemerintah daerah akibat terhentinya aktifitas ekonomi yang disebabkan oleh perubahan dari lingkungan. Untuk menghitung fee losses ini diperlukan data antara lain menyangkut: 1) Jumlah fee yang diterima per unit barang atau jasa lingkungan sebelum terjadi pencemaran. 2) Jumlah unit yang terkena dampak (misalnya orang per hari). Formula yang dapat digunakan untuk menghitung fee losses sebagai berikut:

$$FL = FPU \times NU \times \text{Jumlah waktu terjadi pengurangan unit} \quad (3)$$

dengan:

FL = fee losses

FPU = fee per unit

NU = jumlah unit yang berkurang

2.9 Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Penelitian

Sistem Informasi Geografis terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis. Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut:

1. Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya, sebagai contoh : jenis vegetasi, populasi, luasan lahan, dan sebagainya.

Data spasial dalam SIG dapat direpresentasikan dalam dua format, yaitu: data vektor dan data raster. Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis). Data raster atau disebut juga dengan sel grid adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh. Obyek geografis pada data raster direpresentasikan sebagai struktur sel grid yang disebut dengan pixel (*picture element*).

Pemodelan genangan dilakukan dengan skenario ketinggian air dan data DEM menggunakan analisis spasial SIG-raster. *Neighborhood operation* dan *iteration calculation* di SIG-raster dapat digunakan untuk menghasilkan pemodelan banjir. Teknologi SIG menyediakan beberapa *tools* untuk memodelkan persebaran genangan secara spasial. Beberapa penelitian seperti Marfai dkk (2004) telah mengembangkan pemetaan genangan dan pemodelan genangan menggunakan keunggulan dari teknologi SIG (Marfai, 2012).

Penelitian ini membutuhkan analisa spasial untuk mendapatkan luas genangan dan ketinggian genangan akibat kenaikan muka air laut pada Wilayah Pesisir Gresik. Data yang dibutuhkan dalam analisa spasial tersebut antara lain data skenario ketinggian genangan atau banjir dan data jenis penggunaan lahan. Identifikasi pengaruh kenaikan muka air laut yang terjadi pada jenis penggunaan lahan di wilayah pesisir dilakukan dengan melakukan analisa *superimpose* antara pemetaan genangan dan peta penggunaan lahan.

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terkait perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut yang telah dilakukan sebelumnya ditunjukkan di dalam Tabel 2.5. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya telah melakukan prediksi kenaikan muka air laut. Keaslian dan keterbaruan yang dilakukan peneliti adalah pada penelitian ini terdapat perumusan strategi mitigasi dan adaptasi dalam jangka waktu tertentu di Kabupaten Gresik dan dilakukan prioritas penanganan sesuai dengan tingkat prioritas wilayah yang tergenang.

Penelitian Pribadi (2011) menentukan prediksi kenaikan muka air laut di pesisir Semarang menggunakan data rata-rata citra satelit Jason-1, Jason-2, Topex, dan Merged. Data rata-rata dari keempat citra diperoleh laju kenaikan muka air laut tiap tahun adalah 6,87 mm. Prediksi kenaikan muka air laut dilakukan setiap 50 tahun. Prediksi kenaikan muka air laut di Kota Semarang tahun 2050 adalah 0,35 m dan tahun 2100 adalah 0,69 m. Asumsi kenaikan muka air laut di Semarang dalam penelitian ini hanya disebabkan oleh naiknya muka air laut. Faktor-faktor lainnya tidak dimasukkan dalam perhitungan.

Penelitian Sulma (2012) menentukan prediksi kenaikan muka air laut berdasarkan data satelit altimetry Topex/poseidon, Jason-1, dan Jason-2 selama kurun waktu 19 tahun yaitu Oktober 1992 hingga September 2011 secara umum Kota Surabaya mengalami kenaikan muka air laut sebesar 5,69 mm/tahun. Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Abdurrachim (2002) dengan melakukan *benchmark* di darat, laju kenaikan muka air laut di Kota Surabaya adalah sebesar 5,47 mm/tahun. Karsidi (2011) dalam Sulma (2012) disebutkan bahwa hasil pemantauan kenaikan muka air laut dari satelit altimetry yang diterbitkan oleh AVISO Perancis menunjukkan adanya konsistensi dengan data kenaikan muka air laut dari hasil pengamatan Jaringan Stasiun Pasang Surut Nasional yang dioperasikan Bakosurtanal.

Perbedaan yang terjadi antara kedua perhitungan tersebut disebabkan karena adanya perbedaan metode perhitungan dan kurun waktu pengamatan yang dilakukan. Sulma (2012) memperoleh nilai kenaikan muka air laut perairan Gresik berdasarkan data satelit altimetry adalah 3 mm/tahun. Penelitian Marfai (2012) pada pesisir Jakarta menggunakan prediksi kenaikan muka air laut yang mengacu pada

model dari Nichols dan Mimura (1998). Asumsi skenario kenaikan muka air laut dari penelitian Nichols dan Mimura (1998) dalam Marfai (2012) adalah 60 cm dan untuk skenario terburuk adalah 120 cm.

Berbeda dengan penelitian Andrianto dan Suntoyo (2012) yang memperoleh nilai laju kenaikan muka air laut tidak berdasarkan data satelit namun diperoleh dengan melakukan analisa perubahan muka air laut rerata (*mean sea level*) pasang surut yang terjadi tiap tahun. Data kenaikan muka air laut diperoleh dari pengukuran langsung selama 1 (satu) tahun pada tahun 2000. Hasil analisa *least square* diperoleh laju kenaikan muka air laut pada wilayah Gresik rata-rata sebesar 8,6 mm tiap tahunnya. Beberapa metode penelitian untuk menentukan prediksi nilai kenaikan muka air laut dapat dilakukan dengan menggunakan data citra satelit, hasil penelitian, dan data perubahan muka air laut dari pasang surut air laut yang terjadi.

Hasil prediksi kenaikan muka air laut menjadi input dalam aplikasi lunak untuk melakukan analisa genangan. Penelitian Pribadi (2011) didapatkan luas wilayah yang tergenang kenaikan muka air laut 0,35 m dan 0,69 m masing-masing yaitu 1,828 km² dan 1,862 km² dengan memanfaatkan *Macro VBA Excel*. Penelitian Diposaptomo (2009) menggunakan asumsi kenaikan muka air laut dalam 20 tahun mendatang sebesar 16 cm akan merendam wilayah seluas 2.672,2 ha. Analisis genangan yang dilakukan Diposaptomo (2009) dengan memanfaatkan aplikasi lunak SIG. Konversi data peta .jpg menjadi peta dalam bentuk .shp berbasis SIG dan overlay data-data fisik.

Penelitian Marfai (2012) di Pesisir Jakarta dengan skenario ketinggian muka air laut 60 cm dan untuk skenario terburuk adalah ketinggian muka air laut 120 cm. Skenario ketinggian muka air laut 60 cm akan merendam 1,67 ha dan untuk skenario 120 cm luas wilayah yang tergenang adalah 554,57 ha. Pemodelan peta genangan pada pesisir Jakarta pada penelitian Marfai (2012) dibuat dengan skenario ketinggian air laut dan data DEM menggunakan analisa spasial SIG-raster. Teknologi SIG menyediakan beberapa *tools* untuk memodelkan persebaran genangan secara spasial. Begitu pula dengan penelitian Thumere dkk (2000), Bryan dkk (2001), Marfai dkk (2005) dalam Marfai (2012) memanfaatkan aplikasi SIG untuk melakukan analisa spasial untuk pemodelan genangan.

Luasan wilayah yang tergenang akan dihitung nilai kerugian ekonominya. Pribadi (2011) melakukan perhitungan kerugian ekonomi berdasarkan penggunaan lahan yang terkena dampak kenaikan muka air laut. Kerugian ekonomi yang dihitung diklasifikasikan menurut lahan basah, lahan kering, dan lahan permukiman. Estimasi kerugian lahan basah dari lahan rawa untuk setiap hektarnya adalah 51 juta rupiah. Nilai kerugian lahan kering dari lahan sawah adalah 30 juta rupiah per hektar. Kerugian pada lahan permukiman dihitung berdasarkan investasi yang dikeluarkan oleh pemilik lahan yaitu 20 juta rupiah per bangunan rumah semi permanen. Total kerugian ekonomi pada tahun 2050 sebesar 6,7 miliar rupiah dan pada tahun 2100 adalah 6,8 miliar rupiah.

Penelitian Miladan (2009) melakukan analisa kerentanan ekonomi berdasarkan kondisi ekonomi wilayah dan mengaitkan dengan kondisi ekonomi masyarakat pada wilayah pesisir yang terkena dampak kenaikan air laut. Analisa ekonomi wilayah dinilai berdasarkan keberadaan lokasi usaha/produksi dan kawasan perdagangan dan jasa. Asumsi ini mengacu pada peran kedua sektor tersebut yang sangat berperan dalam perkembangan ekonomi wilayah. Penilaian kerentanan ekonomi diklasifikasikan menurut 3 (tiga) tingkatan kerentanan dari rendah, sedang, tinggi. Kerentanan rendah terjadi pada kawasan tergenang yang tidak terdapat lokasi usaha/produksi. Kerentanan sedang terjadi pada lokasi pergudangan dan perkantoran. Kerentanan tinggi terjadi pada wilayah yang tergenang bila terdapat kawasan industri. Suparmoko (2009) dalam Anggraini dkk (2013) menghitung kerugian ekonomi berdasarkan luas kerusakan penggunaan lahan akibat genangan. Parameter yang digunakan untuk menghitung kerugian adalah luas dari jenis penggunaan lahan yang tergenang.

Anggraini (2013) menyebutkan bahwa tingginya kerentanan wilayah di pesisir yang berpotensi mengalami kerusakan jika tidak mendapatkan perhatian, pengelolaan, mitigasi, dan adaptasi pada kenaikan muka air laut. Dibutuhkan upaya adaptasi untuk mengurangi dampak genangan yang berpotensi terjadi. Miladan (2009) mengacu pada Diposaptomo (2009) upaya yang dilakukan untuk meminimalisasi dampak negatif dari bencana perubahan iklim didasarkan pada pendekatan mitigasi dan pendekatan adaptasi. Pendekatan mitigasi merupakan upaya untuk mengurangi bencana dari sumbernya. Upaya untuk mengurangi

perubahan iklim dilakukan dengan cara melakukan tindakan preventif. Pendekatan adaptasi merupakan upaya untuk mengatasi dampak perubahan iklim baik sifatnya reaktif maupun antisipatif. Hasil penelitian Miladan (2009) diperoleh strategi dalam upaya mitigasi dan adaptasi di Wilayah Pesisir Kota Semarang dengan menerapkan kebijakan dan strategi melalui zonasi dan regulasi kawasan sesuai dengan tingkat kerentanan yang telah diperoleh dari penelitian.

Keaslian penelitian ini dari penelitian-penelitian yang sebelumnya adalah wilayah penelitian dilakukan di Kecamatan Pesisir Kabupaten Gresik. Metode yang digunakan untuk menentukan prediksi nilai kenaikan muka air laut diperoleh dari perhitungan kenaikan muka air laut data pasang surut perairan Surabaya DISHIDROS TNI-AL. Perhitungan ekonomi dilakukan berdasarkan nilai ekonomi lahan menurut jenis penggunaan lahannya dengan mengaitkan dampak ekonomi yang terjadi pada masyarakat pesisir yang menggantungkan mata pencaharian pada wilayah pesisir. Upaya untuk mengurangi dampak yang terjadi akibat kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik dilakukan dengan pendekatan adaptasi dan mitigasi hasil analisa genangan dari prediksi kenaikan muka air laut selama 10 tahun dan 20 tahun ke depan. Penyusunan strategi adaptasi jangka pendek akan dikaitkan dengan rencana pemanfaatan pola ruang wilayah pesisir Kabupaten Gresik tahun 2010-2030.

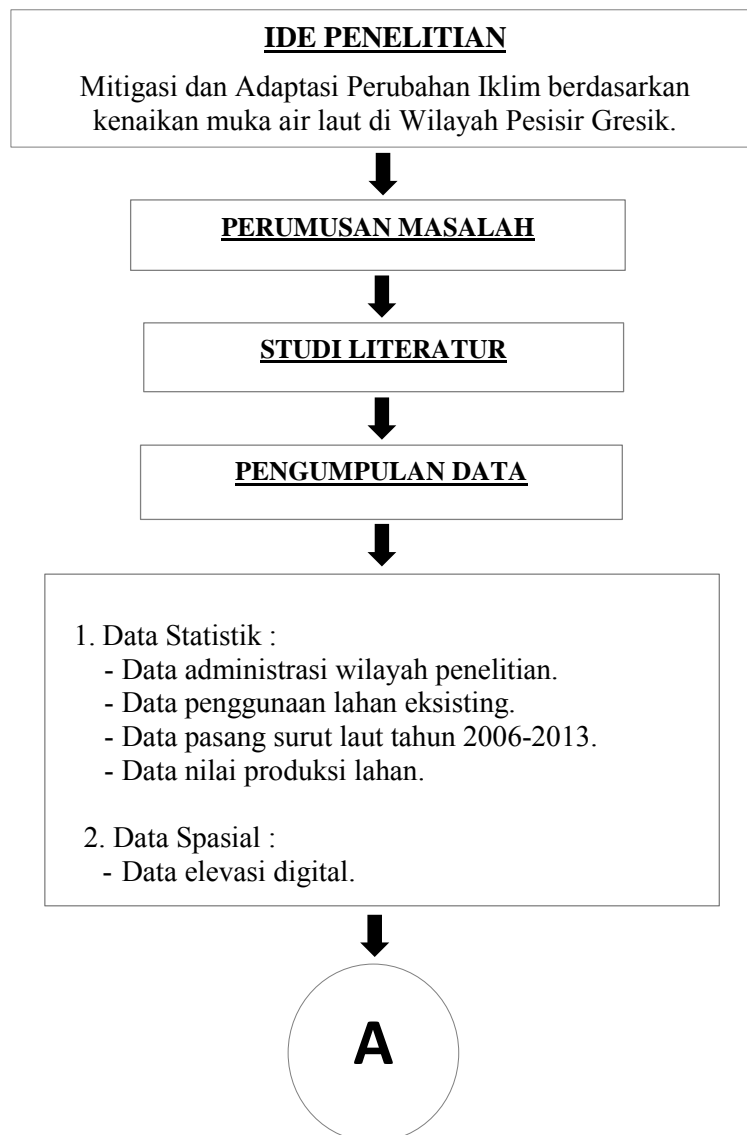
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

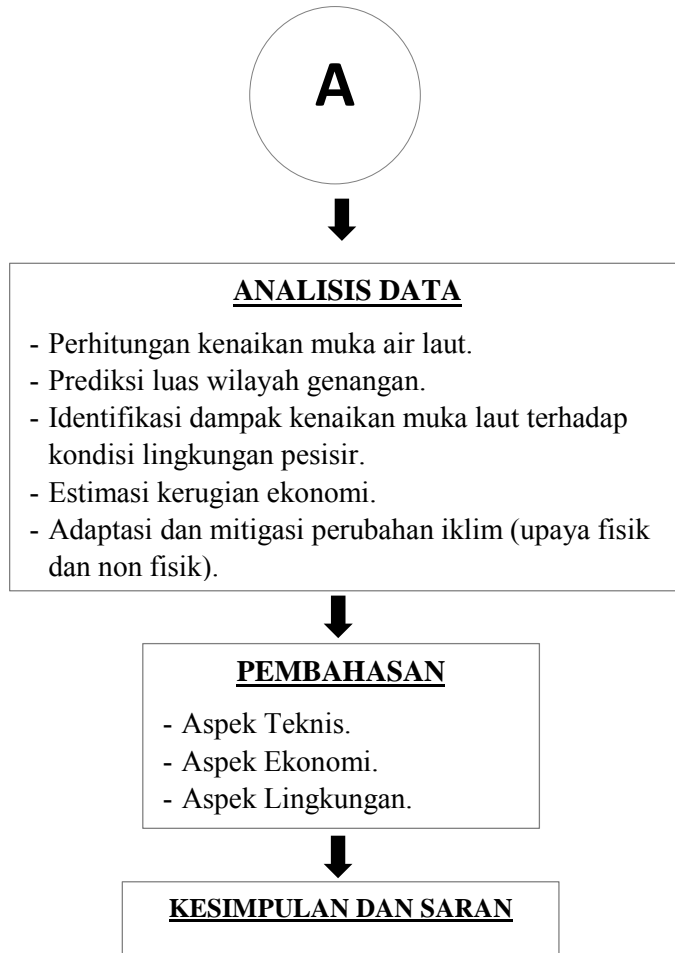
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan upaya mitigasi dan adaptasi terhadap kenaikan muka air laut yang terjadi di Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik.





3.2 Tahapan Penelitian

Beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu ide penelitian, persiapan studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data, pembahasan, dan penarikan kesimpulan serta saran.

3.2.1 Ide Penelitian

Ide penelitian ini adalah mengkaji tingkat prioritas kerentanan bencana akibat dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut di wilayah pesisir Kabupaten Gresik. Pemilihan Kabupaten Gresik sebagai wilayah penelitian disebabkan karena faktor geografis dan kondisi pertumbuhan wilayah yang cukup tinggi. Secara geografis, lebih kurang sepertiga wilayah Kabupaten Gresik merupakan wilayah pesisir yang memiliki garis pantai sepanjang ± 140 km.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dari buku teks, laporan penelitian tesis, dan jurnal ilmiah. Beberapa studi literatur yang diperlukan dalam

penelitian ini antara lain tentang perubahan iklim yang terjadi di Indonesia dan khususnya di Kabupaten Gresik, penentuan resiko bencana akibat kenaikan muka air laut, perhitungan ekonomi akibat bencana banjir, dan analisa spasial menggunakan program ArcGIS.

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan atas ketersediaan data dan dapat terukur sesuai dengan parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Data bersifat keruangan dan statistik.

a. Data pasang surut air laut

Data pasang surut air laut tahun 2006-2013 didapatkan dari Dinas Hidro-Oceanografi (Dishidros) TNI-AL.

b. Data *Digital Elevation Model (DEM)*

Pengumpulan data-data spasial dalam analisa banjir rob sangat diperlukan. Data DEM diperoleh dari ekstraksi peta topografi yang dihasilkan dari raster SIG.

c. Data Penggunaan Lahan Kabupaten Gresik

Data penggunaan lahan eksisting Kabupaten Gresik mengacu pada Materi Teknis Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Gresik Tahun 2010-2030.

3.2.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini antara lain :

a. Data pasang surut air laut

Pengolahan data pasang surut diawali dengan menghitung nilai muka air laut rata-rata (MSL) dari data *time series* pasang surut harian Pelabuhan Surabaya tahun 2006-2013. Data nilai pasang surut dihitung terlebih dahulu untuk mendapatkan selisih nilai data pasang tertinggi dan pasang terendah pada tiap harinya. Kemudian dihitung nilai MSL bulanan hingga didapatkan tren kenaikan MSL tahunan. Setelah didapatkan nilai MSL tahunan, maka dilakukan proyeksi kenaikan MSL dalam beberapa skenario. Skenario yang

dilakukan adalah kenaikan muka air laut tahun 2030, 50 tahun mendatang, dan seratus tahun mendatang. Nilai prediksi kenaikan muka air laut kemudian dianalisa dengan menggunakan aplikasi SIG untuk mendapatkan sebaran wilayah pesisir Gresik yang terkena dampak kenaikan muka air laut. Tujuan diadakannya skenario ketinggian genangan yang bervariasi tersebut adalah untuk menyusun strategi mitigasi dan adaptasi secara bertahap.

b. *Data Digital Elevation Model (DEM)*

Pemodelan banjir akibat kenaikan muka air laut dapat dihasilkan dari analisa spasial menggunakan data DEM dengan SIG-raster.

c. *Peta penggunaan lahan*

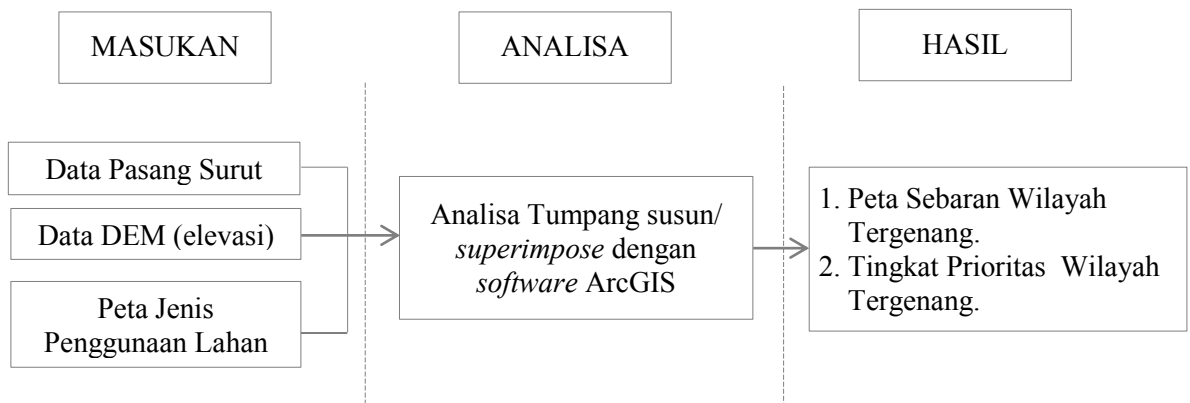
Identifikasi pengaruh kenaikan muka air laut berupa genangan atau banjir terhadap penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan metode *superimpose* antara pemodelan genangan kenaikan muka air laut dan peta penggunaan lahan menggunakan SIG. Penentuan besarnya kerugian ekonomi memerlukan data detail peta penggunaan lahan.

3.2.5 Analisis dan Pembahasan

Tiga aspek yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu terdiri atas aspek teknis, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan.

- **Aspek Teknis**

Pembahasan pada aspek teknis terkait analisa spasial yang dilakukan dengan metode *superimpose* (tumpang susun) dengan menggunakan data-data spasial yang telah memiliki kriteria sesuai yang dibutuhkan. Input yang dibutuhkan adalah data pasang surut, data DEM, dan peta penggunaan lahan di wilayah pesisir Gresik. Peta DEM memiliki ketinggian wilayah daratan pesisir.

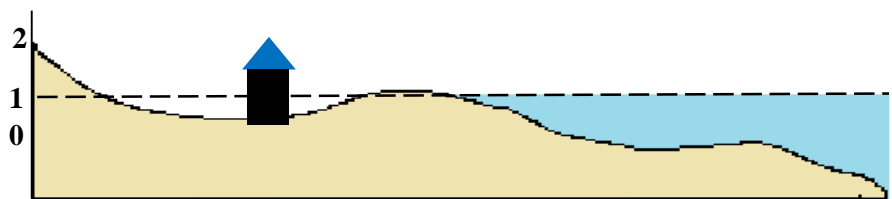


Wilayah yang tergenang akan disesuaikan dengan ketinggian skenario genangan yang ada. Bila wilayah mempunyai ketinggian kurang dari ketinggian kenaikan air laut maka wilayah akan terendam genangan atau banjir. Bila wilayah memiliki ketinggian topografi di atas ketinggian kenaikan air laut maka wilayah tidak terendam air laut. Ilustrasi profil ketinggian dari pantai ke daratan pesisir ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.



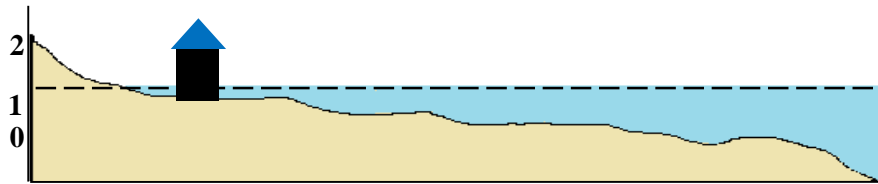
Gambar 3.1 Ilustrasi kontur ketinggian dari pantai ke daratan di pesisir

Sebaran genangan setelah dilakukan analisa spasial akan mengikuti kondisi topografi yang ada. Wilayah yang berada pada topografi wilayah yang tinggi maka akan terhalang dan tidak terendam banjir seperti ilustrasi yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



Gambar 3.2 Ilustrasi wilayah tidak tergenang karena terhalang topografi

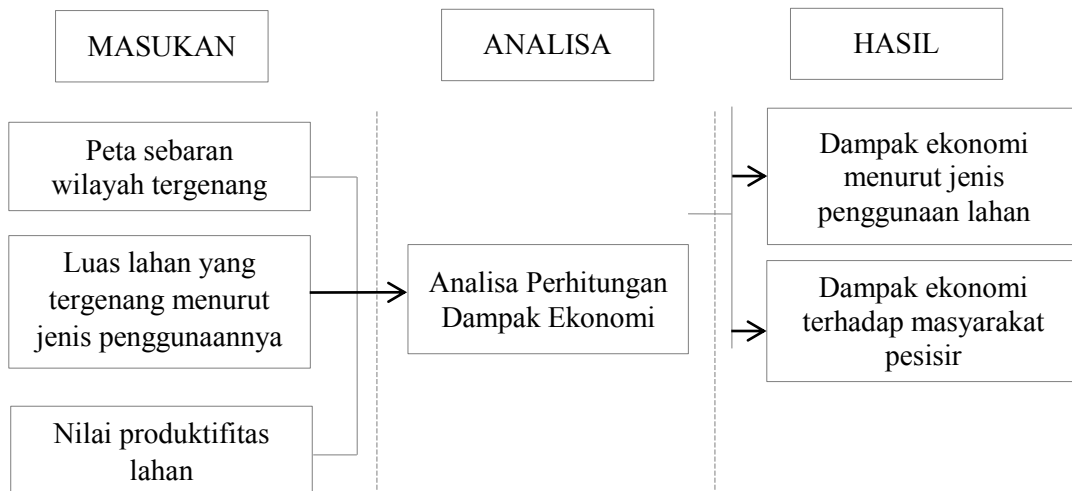
Wilayah yang berada pada topografi wilayah rendah maka akan terendam banjir seperti ilustrasi yang ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Ilustrasi wilayah yang tergenang air laut (banjir rob)

- Aspek Ekonomi

Pembahasan pada aspek ekonomi mencakup penilaian ekonomi sebagai kesatuan ruang ekonomi yang tidak terpisah dari pengaruh terjadinya genangan atau banjir akibat kenaikan muka air laut yang terjadi.



- Aspek Lingkungan

Pembahasan pada aspek lingkungan meliputi upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut yang terjadi. Pendekatan mitigasi dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi emisi GRK penyebab terjadinya perubahan iklim adapun pendekatan adaptasi dilakukan sebagai upaya untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim berdasarkan skenario kenaikan muka air laut pada Wilayah Pesisir Gresik.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Arahan Penataan Ruang Wilayah Studi berdasarkan RTRW

Wilayah Pesisir Kabupaten Gresik memiliki beberapa arahan penataan ruang yang telah ditetapkan dalam Perda Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2006. Beberapa arahan yang telah ditetapkan terkait dengan wilayah studi bahwa Kabupaten Gresik sebagai salah satu wilayah pemanfaatan Kawasan Budidaya Perikanan Air Payau. Arahan pengelolaan Kawasan Perikanan antara lain :

1. Mempertahankan, merehabilitasi dan merevitalisasi hutan mangrove.
2. Pengembangan budidaya perikanan tangkap dan budidaya perikanan laut.
3. Menjaga kelestarian sumber daya air terhadap pencemaran limbah industri maupun limbah lainnya.
4. Pengendalian melalui sarana kualitas air dan mempertahankan habitat alami hutan.
5. Peningkatan produksi dengan memperbaiki sarana dan prasarana perikanan.

Ruang lingkup wilayah studi pada penelitian ini meliputi kecamatan pesisir di Kabupaten Gresik sehingga perlu mempertimbangkan arahan penataan ruang khususnya terkait pemanfaatan kawasan budidaya perikanan.

4.2 Perhitungan Tinggi Kenaikan Muka Air Laut

Tinggi kenaikan muka air laut di wilayah pesisir Gresik didapatkan dari hasil perhitungan data *timeseries* pasang-surut air laut selama kurun waktu 8 (delapan) tahun 2006-2013. Data harian pasang surut dari DISHIDROS TNI-AL dihitung berdasarkan persamaan:

$$MSL = (HWL - LWL) / 2 \quad (4)$$

dengan,

MSL : muka air rerata.

HWL : muka air tertinggi selama satu siklus pasang surut.

LWL : muka air terendah selama satu siklus pasang surut.

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 4 diperoleh nilai MSL harian dalam setiap bulan tahun 2006-2008. Hasil perhitungan secara rinci terlampir. Setelah diperoleh nilai MSL harian dalam setiap bulan selama kurun waktu 8 (delapan) tahun antara tahun 2006-2013, selanjutnya nilai MSL harian tersebut dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata MSL dalam setiap bulan. **Tabel 4.1** menunjukkan nilai MSL bulanan. Mengacu pada Persamaan 4, langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai MSL bulanan dari perhitungan MSL harian sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 4.1 Rata-Rata Nilai MSL Bulanan (meter)

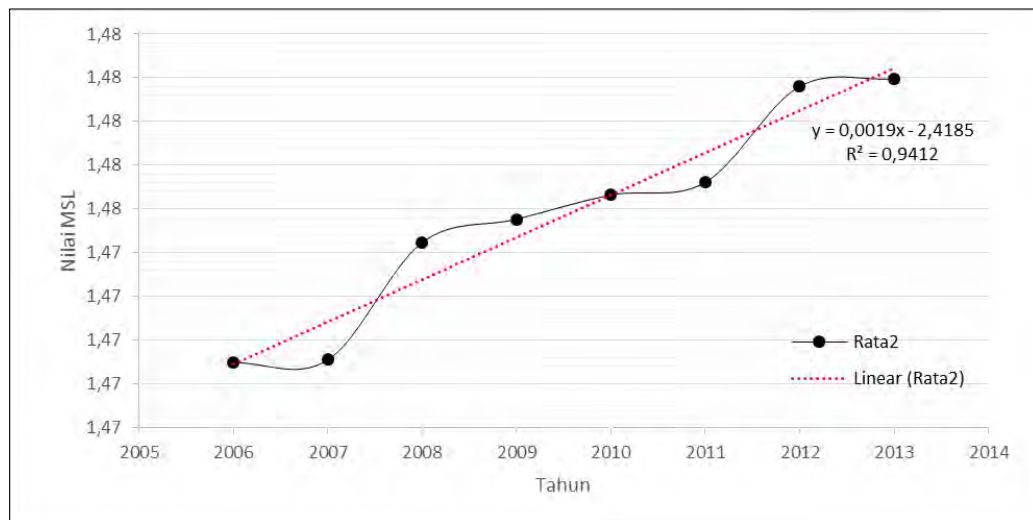
Bulan/ Tahun	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Januari	1,473	1,473	1,487	1,463	1,466	1,466	1,489	1,477
Februari	1,461	1,466	1,469	1,459	1,464	1,464	1,475	1,468
Maret	1,455	1,435	1,463	1,477	1,463	1,463	1,473	1,487
April	1,455	1,467	1,458	1,473	1,467	1,467	1,465	1,473
Mei	1,476	1,484	1,474	1,474	1,476	1,476	1,482	1,466
Juni	1,458	1,47	1,478	1,47	1,468	1,468	1,49	1,478
Juli	1,452	1,447	1,45	1,469	1,461	1,461	1,463	1,479
Agustus	1,461	1,448	1,445	1,447	1,474	1,474	1,461	1,469
September	1,455	1,477	1,46	1,463	1,477	1,477	1,47	1,462
Oktober	1,466	1,482	1,495	1,492	1,489	1,489	1,515	1,494
Nopember	1,507	1,493	1,517	1,515	1,507	1,507	1,507	1,52
Desember	1,51	1,487	1,497	1,503	1,508	1,508	1,49	1,51
MSL	1,469	1,469	1,474	1,476	1,477	1,477	1,482	1,482

Selanjutnya, nilai MSL pada tiap bulan di **Tabel 4.1** dihitung untuk mendapatkan nilai MSL pada tiap tahun. Nilai MSL pada masing-masing tahun tersebut akan dianalisa dengan menggunakan program linier sederhana untuk menentukan nilai kenaikan muka air laut. **Tabel 4.2** menunjukkan nilai MSL pada masing-masing tahun 2006-2013.

Tabel 4.2 Nilai Rata-Rata Muka Air Laut (MSL) Tahun 2006-2013 (meter)

Tahun	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MSL	1,469	1,469	1,474	1,476	1,477	1,477	1,482	1,482

Hasil analisa Ms. Excel dari data nilai MSL (**Tabel 4.2**) diperoleh nilai kenaikan muka air laut mengikuti persamaan garis $y = 0,0019x - 2,4185$ dengan nilai R^2 0,94. Nilai kenaikan MSL perairan Pelabuhan Surabaya adalah 2 mm/tahun. Asumsi kenaikan muka air laut dalam penelitian ini hanya disebabkan oleh naiknya muka air laut. Faktor-faktor lainnya tidak dimasukkan dalam perhitungan.



Gambar 4.1 Tren Kenaikan Nilai MSL Tahun 2006-2013

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisa spasial dari nilai kenaikan muka air laut dengan menggunakan aplikasi SIG untuk memperoleh luasan wilayah yang tergenang.

4.3 Analisa Kenaikan Muka Air Laut

Ketersediaan data pasang-surut yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang-surut 8 (delapan) tahun. Keterbatasan data tersebut telah memenuhi kecukupan akurasi pengukuran data pasang surut yaitu paling sedikit 15 hari atau untuk akurasi tinggi diperlukan data pengukuran selama 18,6 tahun (Pariwono 1985 dalam Dahuri dkk, 2004). Mengacu pada ketersediaan data pasang surut yang ada, maka proyeksi kenaikan muka air laut yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan selama 10-20 tahun mendatang yaitu tahun 2023-2033.

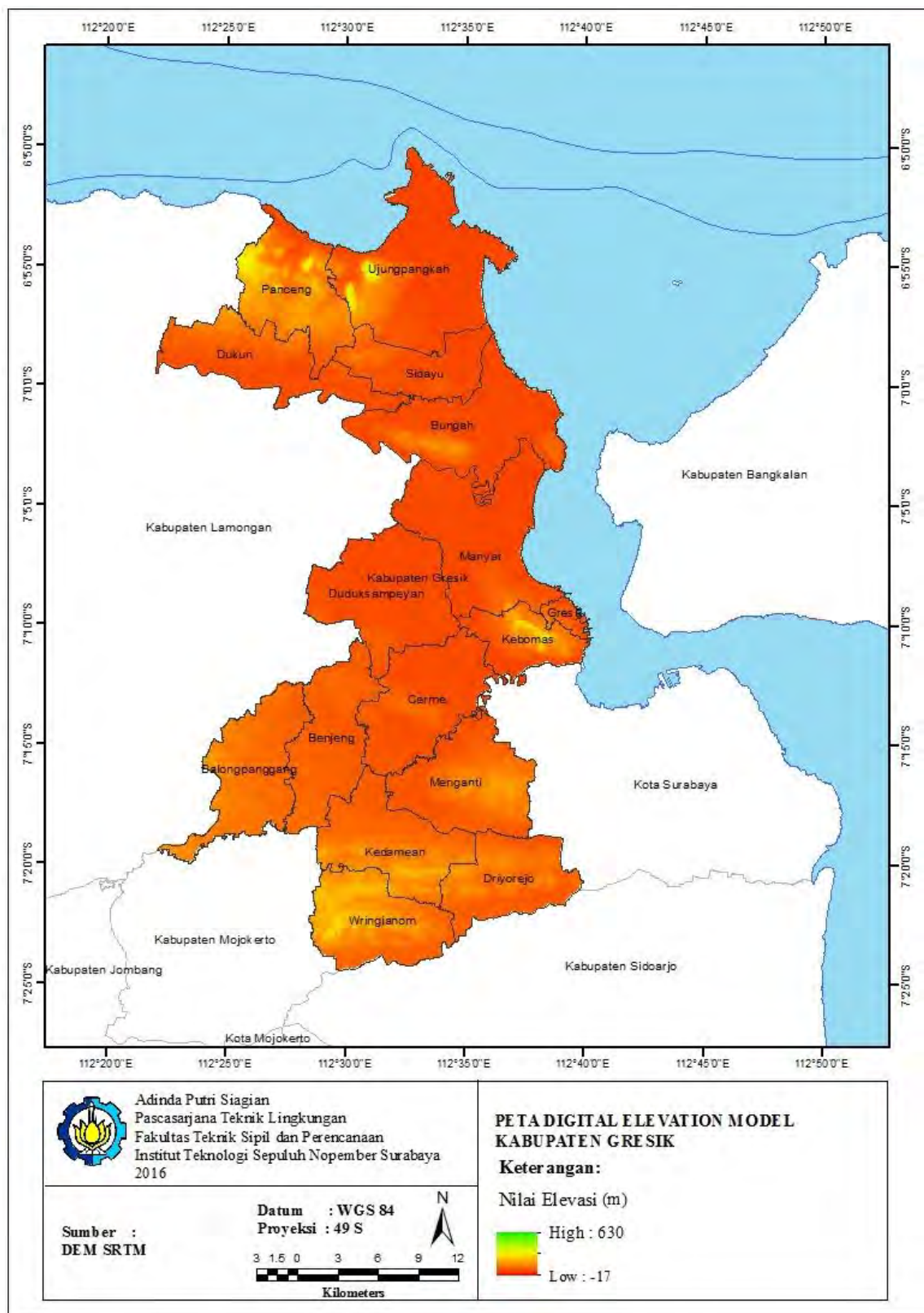
Perhitungan luasan wilayah yang tergenang akibat naiknya muka air laut ke daratan pesisir Gresik dilakukan dengan menggunakan teknologi SIG. Beberapa penelitian seperti Thumerer dkk dan Marfai dkk (2004) dalam Marfai (2012) telah mengembangkan pemetaan genangan menggunakan teknologi SIG. Skenario kenaikan muka air laut untuk mendistribusikan kenaikan muka air laut ditunjukkan pada **Tabel 4.3**. Nilai kenaikan muka air laut yang akan diproyeksikan mengacu pada nilai kenaikan muka air laut yaitu 2 mm/tahun (**Gambar 4.1**).

Tabel 4.3 Skenario Kenaikan Muka Air Laut

No	Skenario	Tahun	Kenaikan MSL	MSL	Pasang (max) tahun 2013	Simulasi Kenaikan
1	Eksisting	2013	-	-	1,48 m	1,48 m
2	Skenario 1	2023	2 mm x 10 th	0,02 m	2,8 m	2,82 m
3	Skenario 2	2033	2 mm x 20 th	0,04 m	2,8 m	2,84 m

Analisa kerentanan wilayah Kecamatan Pesisir Gresik berdasarkan kenaikan muka air laut mengacu pada skenario kenaikan muka air laut yang terjadi pada tahun 2023 dan tahun 2033 (**Tabel 4.3**). Wilayah yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut adalah wilayah yang terkena banjir dan tergenang air laut (banjir rob). Luas wilayah yang tergenang diperoleh dari selisih luas wilayah yang terkena dampak kenaikan muka air laut pada tahun 2023 dan tahun 2033 dengan kondisi eksisting tahun 2013. Nilai rata-rata muka air laut sebagai acuan kondisi eksisting berdasarkan pada data MSL tahun 2013 yaitu 1,48 meter (**Tabel 4.2**).

Pemodelan spasial dari Kecamatan Pesisir Gresik yang rentan terkena dampak kenaikan air laut dihasilkan dari analisis spasial menggunakan data raster SIG dan *Digital Elevation Model* (DEM). Data DEM diperoleh dari ekstraksi peta topografi digunakan untuk melakukan analisis medan. Data DEM Kabupaten Gresik ditunjukkan pada **Gambar 4.2** Peta *Digital Elevation Model* Kabupaten Gresik.

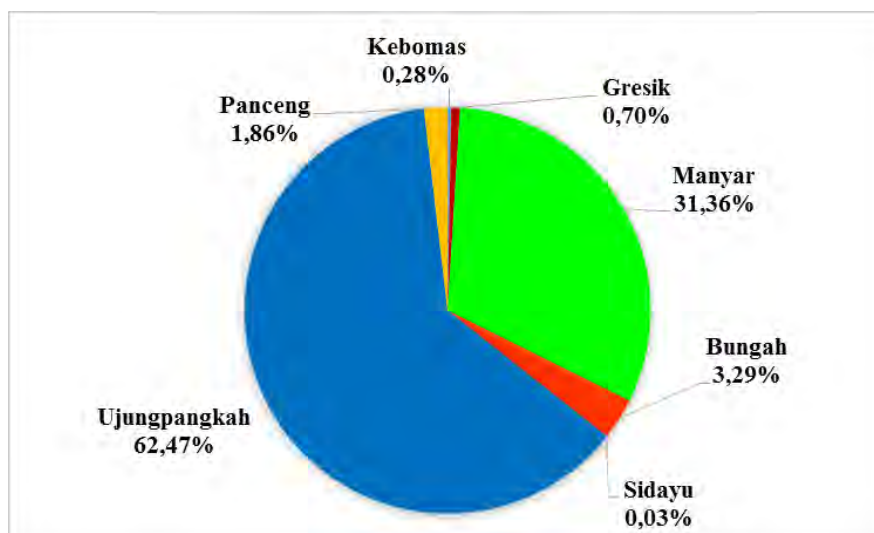


Gambar 4.2 Peta *Digital Elevation Model* (DEM) Kabupaten Gresik

4.3.1 Analisa Spasial Kecamatan Pesisir Gresik Tahun 2013

Analisa kondisi eksisting Kecamatan Pesisir Gresik dilakukan dengan mengacu pada data pasang-surut DISHIDROS TNI-AL tahun 2013. Nilai rata-rata MSL tahun 2013 (**Tabel 4.2**) yaitu 1,48 meter. Mengacu pada nilai MSL tahun 2013 tersebut, hasil analisa SIG menunjukkan bahwa sebaran wilayah yang tergenang di seluruh Kecamatan Pesisir Gresik mencakup 0,17 persen dari luas keseluruhan Kabupaten Gresik sebesar 119.125 ha. Kondisi ini menunjukkan kerentanan yang dialami kecamatan pesisir di Kabupaten Gresik sebelum disimulasikan dengan prediksi kenaikan muka air laut pada 10-20 tahun mendatang.

Kecamatan pesisir yang memiliki tingkat kerentanan paling tinggi dilihat dari luasan lahannya yang tergenang terdapat pada Kecamatan Ujungpangkah yaitu sebesar 1281,53 ha dan Kecamatan Manyar seluas 643,31 ha. Kondisi ini memiliki pengaruh besar dari nilai elevasi wilayah yang ada. Semakin rendah ketinggian wilayah tersebut dari permukaan laut maka wilayah tersebut akan memiliki tingkat kerentanan terhadap dampak kenaikan muka air laut menjadi semakin tinggi pula. Mengacu pada data DEM (**Gambar 4.2**) wilayah Kecamatan Ujungpangkah dan Kecamatan Manyar memiliki nilai elevasi yang rendah dan wilayah tersebut yang berbatasan langsung dengan perairan tidak terhalang oleh topografi yang tinggi. Sehingga luas lahan yang rentan tergenang sangat tinggi.



Gambar 4.3 Persentase Luas Kecamatan Pesisir Tergenang Tahun 2013

Kecamatan Pesisir Gresik yang wilayahnya memiliki persentase tergenang paling rendah yaitu yang memiliki nilai luas wilayah tergenang paling kecil terdapat pada Kecamatan Sidayu. Luas wilayah yang tergenang di Kecamatan Sidayu sebesar 0,69 ha. Kecamatan Sidayu memiliki luas lahan tergenang rendah dibandingkan dengan kecamatan pesisir yang lainnya karena wilayah yang berbatasan langsung dengan perairan hanya sedikit. Masing-masing luas lahan yang tergenang pada kecamatan pesisir di Kabupaten Gresik ditunjukkan pada **Tabel 4.4**.

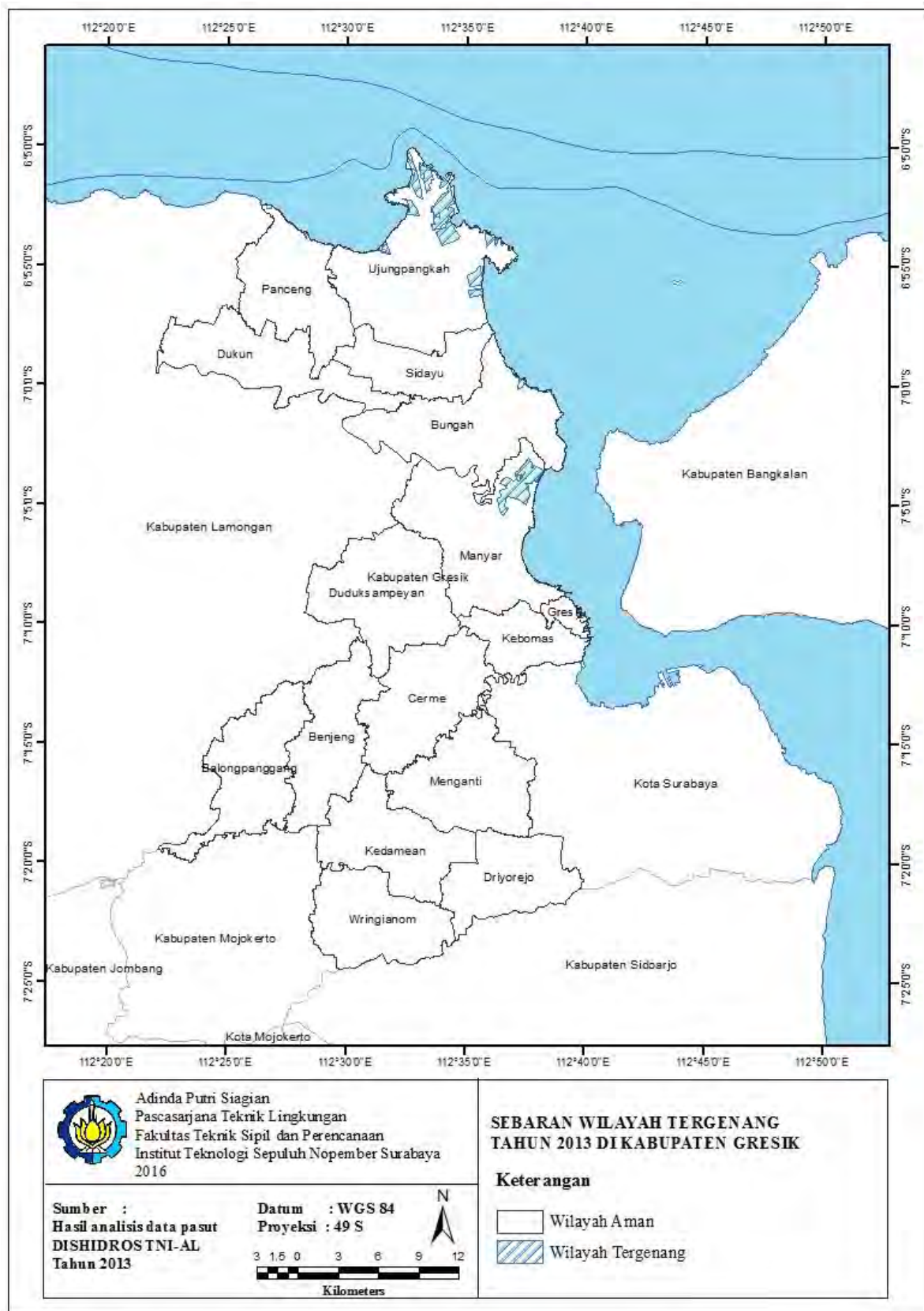
Tabel 4.4 Luas Wilayah Tergenang Tiap Desa Tahun 2013 (MSL 1,48 meter)

No	Kecamatan	Luas Genangan Kecamatan (ha)	Desa	Luas Genangan Tiap Desa (ha)
1	Kebomas	5,77	1.Karangkering	3,96
			2.Indro	1,80
2	Gresik	14,43	1.Bedilan	2,56
			2.Pulopancikan	0,91
			3.Sidokumpul	3,37
			4.Sidorukun	7,21
			5.Kebungson	0,02
			6.Kroman	0,07
			7.Pekelingan	0,28
3	Manyar	643,31	1.Manyarsidomukti	0,54
			2.Roomo	14,23
			3.Manyarejo	171,38
			4.Manyarsidorukun	457,17
4	Bungah	67,54	1.Tanjungwidoro	52,81
			2.Bedanten	9,23
			3.Gumeng	0,15
			4.Kramat	2,88
			5.Sungonlegowo	2,47
5	Sidayu	0,69	1.Randuboto	0,69
6	Ujungpangkah	1281,53	2.Ngembo	6,44
			3.Banyuurip	45,62
			4.Pangkah Wetan	906,17
			5.Ketapang Lor	58,00
			6.Pangkah Kulon	265,29
7	Panceng	38,19	1.Dalegan	15,98
			2.Campurrejo	22,21
Total		2.051,46	Total	2.051,46

Hasil analisa *superimpose* peta jenis penggunaan lahan Kabupaten Gresik dengan peta sebaran genangan didapatkan sebaran wilayah yang tergenang berdasarkan jenis penggunaan lahannya (**Tabel 4.5**). Jenis penggunaan lahan yang memiliki tingkat kerentanan tergenang pasang-surut air laut adalah lahan tambak di Pesisir Ujungpangkah. Lahan perikanan tambak seluas 1.921,34 ha memiliki kerentanan tinggi karena luas wilayah yang tergenang tersebut mengacu pada kondisi MSL rata-rata setinggi 1,48 meter tanpa ada skenario kenaikan muka air laut. Sebaran wilayah rentan tergenang kenaikan muka air laut terdapat pada **Gambar 4.4**. Mengacu pada kondisi tahun 2013 tersebut, analisa dampak kenaikan muka air laut yang terjadi di Kecamatan Pesisir Gresik akan dilakukan.

Tabel 4.5 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2013

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Aneka Industri	12,09	0,59
2	Jasa	5,02	0,24%
3	Permukiman	5,99	0,29%
4	Kebun	0,02	0,00%
5	Padang Rumput	5,87	0,29%
6	Tambak Garam	19,77	0,96%
7	Semak	5,94	0,29%
8	Sungai	13,21	0,64%
10	Perikanan Tambak	1.921,34	93,66%
11	Tegalan	2,82	0,14%
12	Tanah Kosong	5,21	0,25%
13	Sawah	24,31	1,18%
14	Sungai	35,22	1,72%
15	Instalasi	6,73	0,33%
16	Padang Rumput	5,87	0,29%
Total		2.051,45	100,00%



Gambar 4.4 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2013 di Kabupaten Gresik

4.3.2 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2023 (Skenario 1)

Analisa sebaran wilayah yang tergenang akibat kenaikan muka air laut dilakukan dengan melakukan proses analisa spasial dengan data DEM dan nilai skenario kenaikan muka air laut (**Tabel 4.3**). Mengacu pada data DEM (**Gambar 4.2**) nilai elevasi wilayah di Kabupaten Gresik seluruh kecamatan pesisir yang ada di Kabupaten Gresik memiliki nilai elevasi yang rendah kecuali Kecamatan Kebomas dan Panceng memiliki wilayah yang bernilai elevasi cukup tinggi. Nilai skenario 1 untuk tahun 2023 adalah kenaikan muka air laut setinggi 0,02 meter yang akan dianalisa pada saat kondisi pasang tertinggi sehingga memiliki nilai ketinggian air laut 2,82 meter. Tahapan selanjutnya setelah data yang akan dianalisa telah siap adalah melakukan analisa dengan aplikasi SIG.

Hasil analisa spasial SIG diperoleh sebaran wilayah rentan dan luas wilayah tergenang di Kabupaten Gresik pada 10 tahun mendatang (tahun 2023) dengan ketinggian muka air laut 2,82 meter adalah 8.671,67 ha atau mencakup 7,28 persen dari total luas Wilayah Kabupaten Gresik 1.191,25 km². Seluruh kecamatan pesisir terkena dampak kenaikan muka air laut. Kecamatan yang tergenang paling luas secara berturut-turut yaitu Kecamatan Ujungpangkah, Kecamatan Manyar, dan Kecamatan Bungah dengan luas wilayah yang rentan tergenang masing-masing 5.575,99 ha; 1.371,92; dan 1.031,63 ha.

Analisa penambahan luas genangan yang ada pada masing-masing desa dilakukan dengan menghitung selisih luas genangan yang terjadi pada tahun 2023 dan tahun 2013.

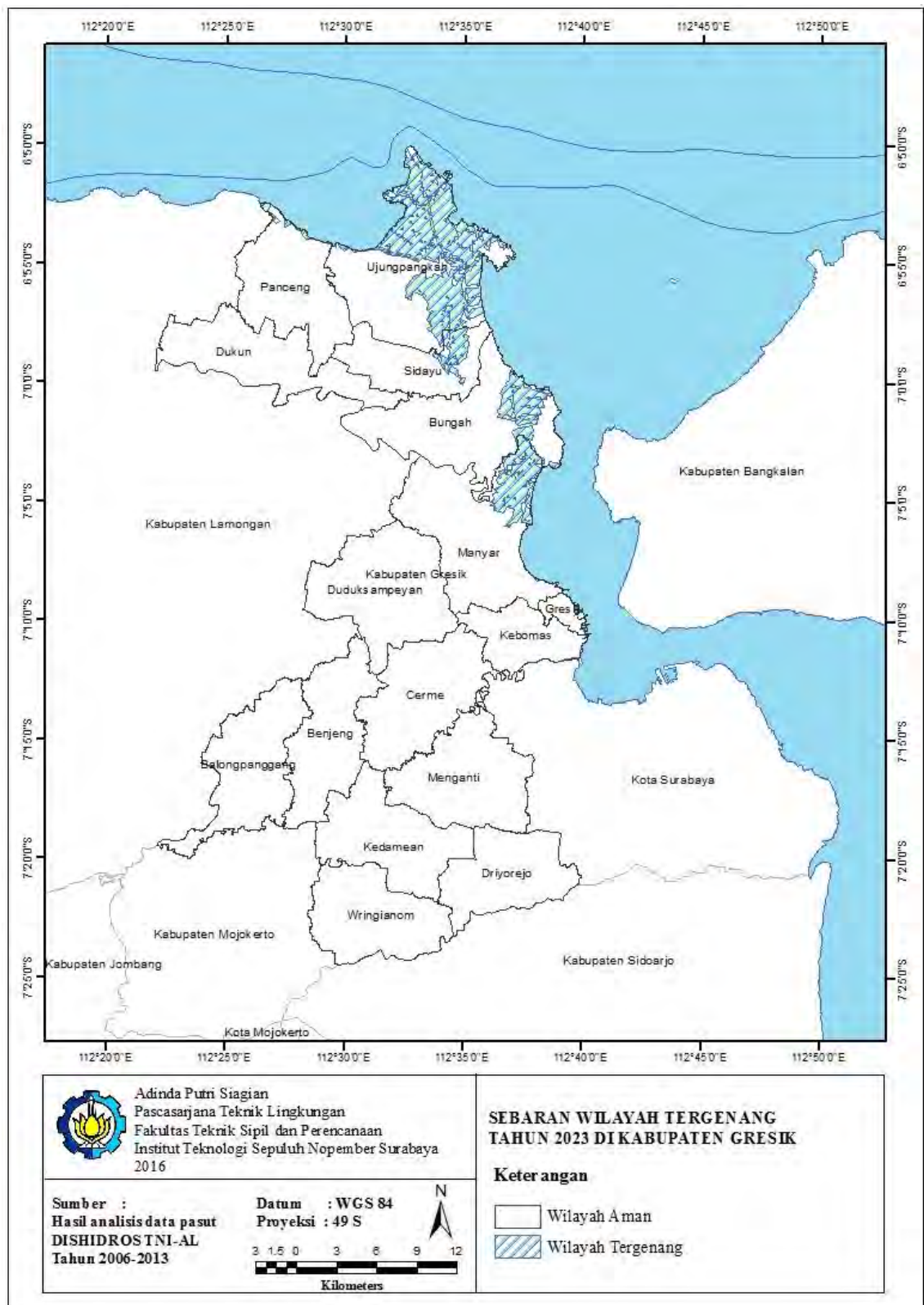
Tabel 4.6 Penambahan Luas Wilayah Tergenang Tiap Desa Tahun 2023

No	Kecamatan	Luas Genangan (ha)	Desa	Luas Genangan tiap Desa (ha)		
				Tahun 2023	Tahun 2013	Penambahan
1	Bungah	1.031,63	1.Tanjungwidoro	516,75	52,81	463,94
			2.Bedanten	282,78	9,23	273,55
			3.Watuagung	200,76	0	200,76
			4.Kramat	5,43	2,88	2,55
			5.Sungonlegowo	25,91	2,47	23,44
2	Gresik	9,11	1.Bedilan	1,13	2,56	-1,43
			2.Sidorukun	6,84	7,21	-0,37

No	Kecamatan	Luas Genangan (ha)	Desa	Luas Genangan tiap Desa (ha)		
				Tahun 2023	Tahun 2013	Penambahan
			3.Kroman	0,46	0,07	0,39
			4.Lumpur	0,68	0	0,68
3	Kebomas	18,48	1.Indro	1,39	1,80	9,49
			2.Karangkering	11,29	3,96	7,33
			3.Segoromadu	2,33	0	2,33
			4.Trenggulunan	3,47	0	3,47
4	Manyar	1.371,92	1.Mayarsidorukun	622,04	457,17	164,87
			2.Roomo	12,78	14,23	-1,45
			3.Manyarejo	737,1	171,38	565,72
5	Panceng	125,90	1.Banyutengah	3,06	0	3,06
			2.Campurrejo	87,6	22,21	65,39
			3.Dalegan	35,22	15,98	19,24
6	Sidayu	538,58	1.Randuboto	17,26	0,69	16,57
			2.Mojoasem	75,42	0	75,42
			3.Mriyunan	126,47	0	126,47
			4.Ngawen	9,4	0	9,4
			5.Purwodadi	0,62	0	0,62
			6.Sedagaran	283,13	0	283,13
			7.Srowo	26,28	0	26,28
7	Ujung pangkah	5.575,99	1.Karangrejo	205,99	0	205,99
			2.Kebonagung	18,2	0	18,2
			3.Ketapang lor	717,55	58,00	659,55
			4.Pangkah kulon	1.572,66	265,29	1.307,37
			5.Pangkah wetan	2.779,39	906,17	1.873,22
			6.Tanjangawan	58,58	0	58,58
			7.Banyuurip	199,92	45,62	154,30
			8.Ngembo	23,22	6,44	16,78
Total		8.671,67		8.671,67	2.051,46	5.620,06

Hasil perhitungan penambahan luas wilayah tergenang tahun 2013 dengan luas wilayah tergenang pada 10 tahun mendatang yaitu tahun 2023 diperoleh luas penambahan sebesar 5.620,06 ha. Kecamatan yang memiliki penambahan luas genangan terbesar adalah Kecamatan Ujungpangkah, Kecamatan Manyar, Kecamatan Sidayu. Sebaran wilayah tergenang tahun 2023 dapat dilihat pada **Gambar** Masing-masing rincian dari penambahan luas genangan di Wilayah Pesisir Gresik tahun 2023 adalah sebagai berikut:

1. Kecamatan Bungah mengalami penambahan luas wilayah yang besar. Penambahan luas wilayah yang tergenang tahun 2023 adalah 964,24 ha. Terdapat penambahan 1 (satu) desa baru yang tergenang pada tahun 2023 yaitu Desa Watuagung.
2. Kecamatan Gresik tidak mengalami penambahan luas genangan. Terdapat beberapa desa yang mengalami penyusutan luasan genangan. Hal tersebut dapat terjadi bila kenaikan muka air laut terhalang oleh topografi.
3. Kecamatan Kebomas mengalami penambahan luas genangan sebesar 22,62 ha. Terdapat penambahan 2 (dua) desa baru yang tergenang pada tahun 2023 yaitu Desa Segoromadu dan Desa Trenggulun.
4. Kecamatan Manyar mengalami penambahan luas genangan yang besar. Penambahan luas genangan tahun 2023 adalah 729,14 ha. Tidak terdapat penambahan desa baru yang tergenang.
5. Kecamatan Panceng mengalami penambahan luas genangan sebesar 87,69 ha. Terdapat penambahan luas genangan baru pada 1 (satu) desa yaitu Desa Banyutengah.
6. Kecamatan Sidayu mengalami penambahan luas genangan yang sangat besar. Penambahan luas genangan yang terjadi di kecamatan ini adalah 537,89 ha. Berbeda hal dengan kondisi tahun 2013, terdapat penambahan luas genangan pada 6 (enam) desa baru di Kecamatan Sidayu antara lain Desa Mojoasem, Mriyunan, Ngawen, Purwodadi, Sedagaran, dan Desa Srowo.
7. Kecamatan Ujungpangkah mengalami penambahan luas genangan paling besar yaitu 1.113,4 ha. Terdapat penambahan desa baru yang tergenang yaitu pada Desa Karangrejo, Kebonagung, dan Desa Tanjangawan. Penambahan luas genangan yang terbesar terdapat pada Desa Pangkah Kulon dan Desa Pangkah Wetan yaitu dengan luas penambahan genangan masing-masing sebesar 1.307,37 ha dan 1.873,22 ha.

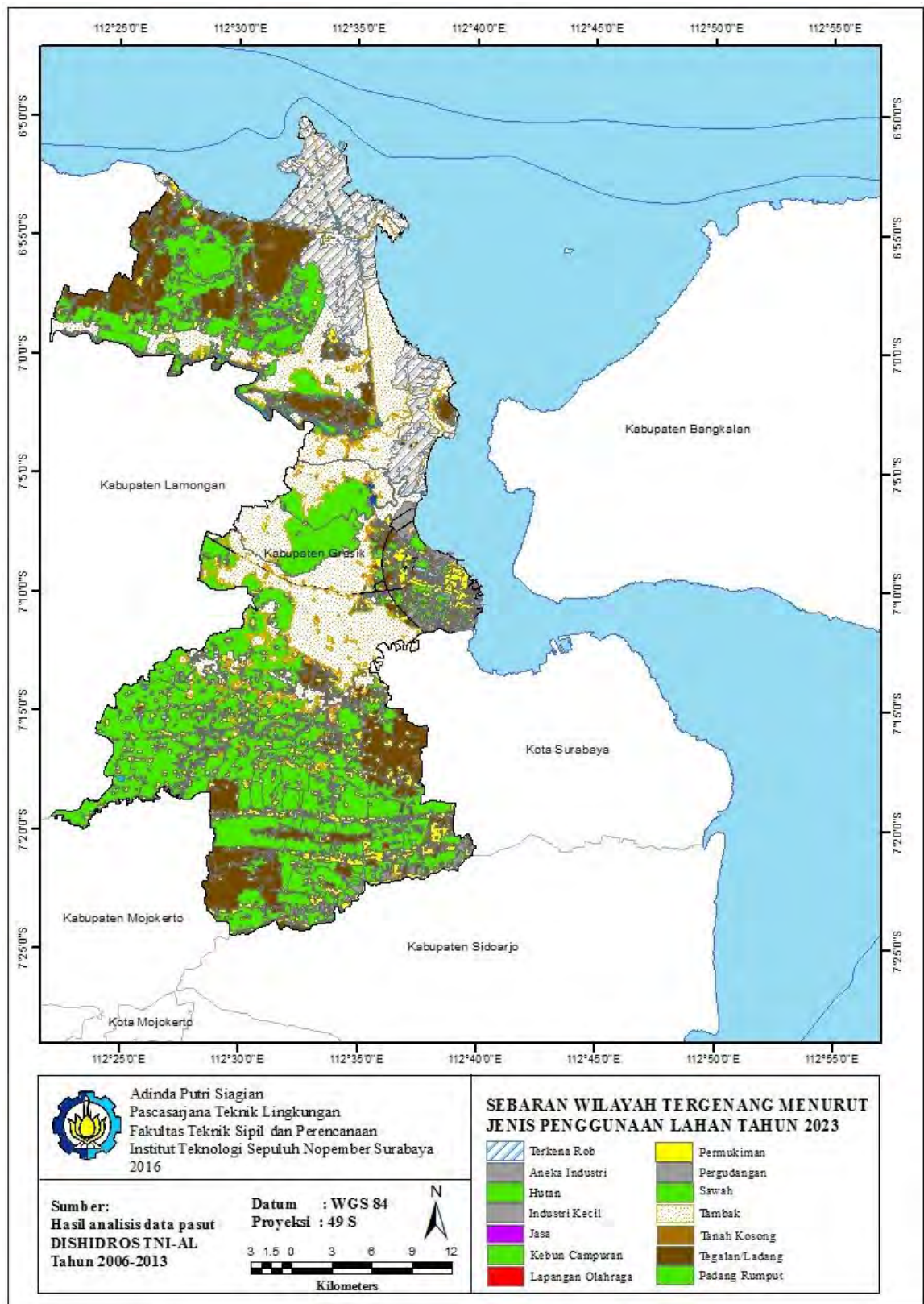


Gambar 4.5 Peta Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2023 di Kabupaten Gresik

Kenaikan muka air laut yang terjadi pada tahun 2023 memberi dampak yang cukup signifikan pada wilayah pesisir Gresik. Selain nilai penambahan luas genangan dari masing-masing Kecamatan Pesisir Gresik, dilakukan pula analisa *superimpose* dampak kenaikan muka air laut yang terjadi di daratan dengan jenis penggunaan lahan. Kawasan Pesisir Gresik secara eksisting (**Tabel 2.2**) banyak didominasi oleh lahan perikanan tambak. Sebaran lahan yang tergenang secara umum mencakup lahan perikanan tambak. Di sisi lain lahan perikanan tambak dapat membawa pengaruh bagi kondisi sosial-ekonomi penduduk pesisir. Secara rinci lihat **Tabel 4.6** jenis penggunaan lahan yang tergenang kenaikan muka air laut pada tahun 2023. Jenis penggunaan lahan yang paling rentan terkena dampak adalah lahan tambak dengan luas wilayah yang tergenang adalah 8.095,09 ha; permukiman 110,49 ha; dan sawah 104,82 ha. Sebaran secara spasial dari wilayah yang tergenang air laut menurut jenis penggunaan lahan yang ada di Pesisir Gresik disajikan pada **Gambar 4.6**.

Tabel 4.7 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2023

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Aneka Industri	14,86	0,17
2	Jasa	4,52	0,05
3	Permukiman	110,49	1,27
4	Kebun	0,13	0,00
5	Padang Rumput	11,75	0,14
6	Tambak Garam	36,96	0,42
7	Semak	23,50	0,27
8	Pergudangan	0,10	0,00
9	Sungai	240,22	2,76
10	Tambak	8095,09	93,08
11	Tegalan	48,02	0,55
12	Tanah Kosong	6,07	0,07
13	Sawah	104,82	1,21
14	Peternakan	0,27	0,00
Total		8.671,67	100,00



Gambar 4.6 Sebaran Wilayah Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tergenang Tahun 2023

4.3.3 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2033 (Skenario 2)

Analisa sebaran wilayah tergenang tahun 2023 atau 20 tahun mendatang berdasarkan skenario 2 (**Tabel 4.3**) dengan ketinggian muka air laut 2,84 meter. Tahapan selanjutnya setelah data yang akan dianalisa telah siap adalah melakukan analisa dengan aplikasi SIG sebagaimana pada tahapan analisa skenario 1 sebelumnya.

Hasil analisa skenario kenaikan muka air laut 20 tahun mendatang yaitu tahun 2033 adalah luas wilayah tergenang sebesar 8.704,49 ha atau mencakup 7,31 persen dari keseluruhan Kabupaten Gresik. Selanjutnya, untuk mengetahui penambahan luas genangan yang terjadi di kecamatan pesisir, maka dilakukan perhitungan penambahan luas wilayah tergenang dari hasil analisa spasial skenario 1 tahun 2023 dengan hasil analisa spasial skenario 2 tahun 2033.

Penambahan luas genangan tahun 2033 adalah sebesar 35,05 ha dibandingkan dari luas genangan hasil analisa kenaikan muka air laut tahun 2023. Luas genangan tahun 2023 (**Tabel 4.6**) adalah sebesar 8.671,67 ha. Sedangkan luas genangan pada tahun 2033 adalah 8.704,49 ha.

Tabel 4.8 Penambahan Luas Wilayah Tergenang Tahun 2033

Kecamatan	Desa	Luas Genangan (ha)		
		Tahun 2023	Tahun 2033	Penambahan
Bungah	Bedanten	282,78	282,78	0,00
	Tanjungwidoro	516,74	516,75	-0,01
	Watuagung	200,76	200,76	0,00
	Kramat	39,00	5,43	33,57
	Sungonlegowo	25,91	25,91	0,00
Gresik	Bedilan	1,15	1,13	0,02
	Pulopancikan	0,02	0	0,02
	Sidorukun	9,81	6,84	2,97
	Kroman	0,62	0,46	0,16
	Lumpur	0,93	0,68	0,25
Kebomas	Segoromadu	2,33	2,33	0,00
	Tenggulunan	3,48	3,47	0,01
	Karangkering	11,31	11,29	0,02
	Indro	1,39	1,39	0,00
Manyar	Manyarejo	737,10	737,10	0,00
	Manyarsidorukun	622,04	622,04	0,00

Kecamatan	Desa	Luas Genangan (ha)		
		Tahun 2033	Tahun 2023	Penambahan
	Roomo	12,79	12,78	0,01
Panceng	Dalegan	35,22	35,22	0,00
	Campurrejo	87,60	87,6	0,00
	Weru	0,02	0,00	0,02
	Banyutengah	3,05	3,06	-0,01
Sidayu	Randuboto	17,05	17,26	-0,21
	Mojoasem	73,19	75,42	-2,23
	Mriyunan	124,79	126,47	-1,68
	Sedagaran	283,13	283,13	0,00
	Srowo	26,28	26,28	0,00
	Ngawen	9,40	9,40	0,00
	Purwodadi	0,62	0,62	0,00
Ujungpangkah	Banyuurip	199,94	199,92	0,02
	Pangkah Kulon	1572,66	1.572,66	0,00
	Ngembo	23,71	23,22	0,49
	Ketapang Lor	717,54	717,55	-0,01
	Pangkah Wetan	2779,34	2.779,39	-0,05
	Karangrejo	205,99	205,99	0,00
	Kebonagung	18,19	18,2	-0,01
	Tanjang Awan	58,58	58,58	0,00
Total		8706,72	8.671,67	35,05

Hasi analisa menunjukkan penambahan luas wilayah tergenang dari skenario kenaikan muka air laut tahun 2033 dibandingkan dengan luas wilayah tergenang tahun 2023 adalah sebesar 35,05 ha (**Tabel 4.8**). Penambahan luas wilayah tergenang hanya terdapat pada beberapa desa pada Kecamatan Pesisir Gresik. Beberapa kecamatan yang terdapat penambahan luas wilayah tergenang yaitu Kecamatan Bungah khususnya di Desa Kramat yaitu sebesar 33,57 ha; Kecamatan Gresik khususnya Desa Bedilan, Desa Pulopancikan, dan Desa Sidorukun; Kecamatan Manyar yaitu Desa Roomo sebesar 0,01 ha; dan Kecamatan Ujungpangkah yaitu di Desa Ngembo yaitu terjadi penambahan luas wilayah genangan sebesar 0,49 ha.

Secara rinci hasil analisa *superimpose* sebaran wilayah tergenang tahun 2033 dengan peta jenis penggunaan lahan menunjukkan bahwa luas terbesar wilayah yang tergenang berdasarkan jenis penggunaan lahan adalah lahan tambak

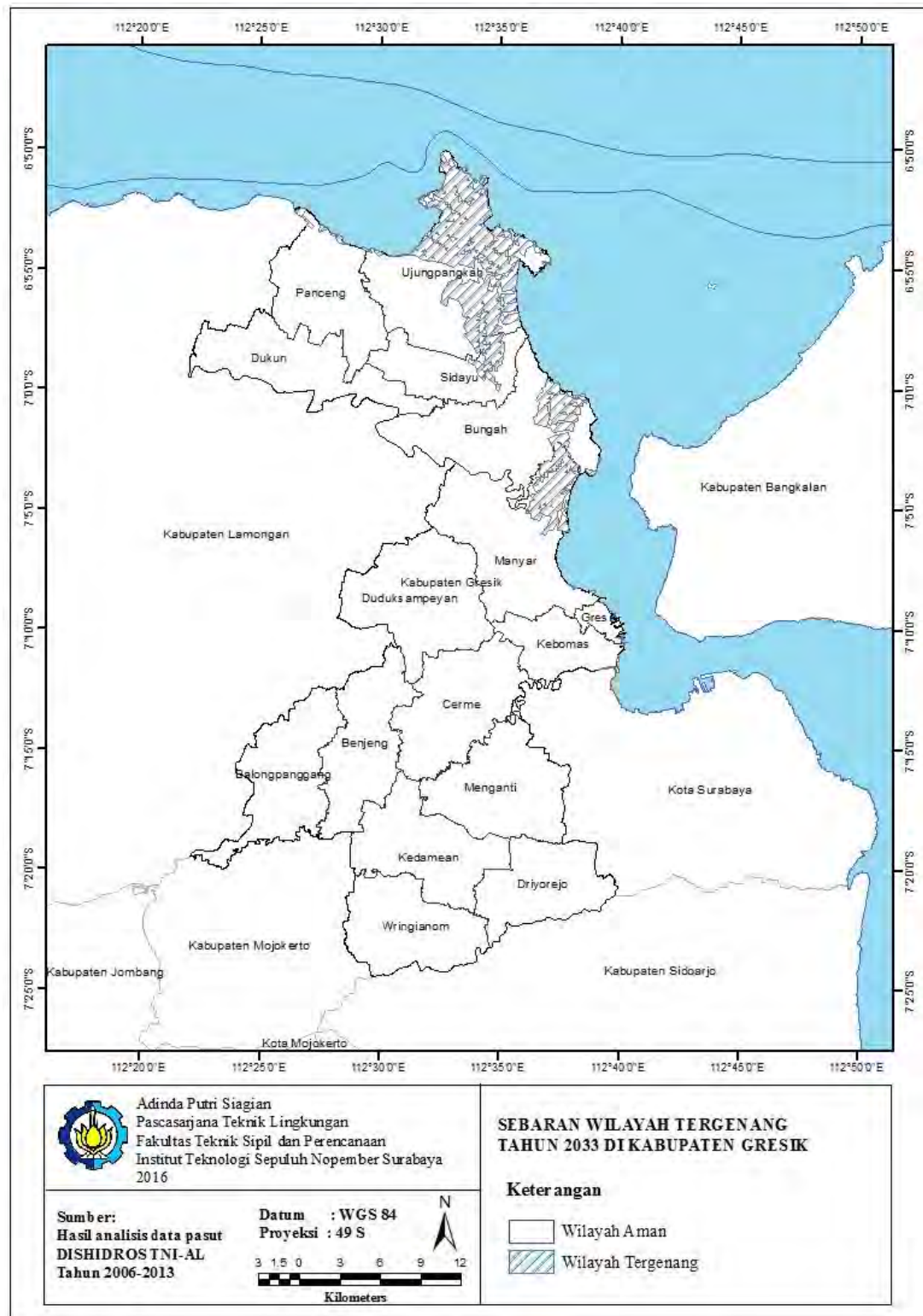
yang mencakup 93,16 persen dari total wilayah tergenang tahun 2033. Sebagian wilayah permukiman seluas 110,95 ha pada tahun 2033 diprediksi akan tergenang kenaikan muka air laut. Jenis penggunaan lahan permukiman banyak terdapat pada Kecamatan Lebih jelas disajikan pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Luas dan Persentase Lahan Tergenang Tahun 2033

Jenis Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Aneka Industri	16,27	0,19%
Instalasi	0,32	0,00%
Jasa	5,75	0,07%
Permukiman	110,95	1,27%
Kebun	0,13	0,00%
Padang Rumput	11,75	0,13%
Penggaraman	36,96	0,42%
Pergudangan	0,10	0,00%
Peternakan	0,27	0,00%
Sawah	104,82	1,20%
Semak	23,50	0,27%
Sungai	230,69	2,65%
Tambak	8111,12	93,16%
Tanah Kosong	6,07	0,07%
Tegalan/Ladang	48,02	0,55%
Total	8706,72	100,00%

Diperoleh hasil analisa kerentanan wilayah terhadap kenaikan muka air laut luas wilayah yang rentan tergenang kenaikan muka air laut pada 10 tahun mendatang, tahun 2023 mencakup luas 8.671,67 ha dan pada tahun 2033 terdapat penambahan luas wilayah tergenang menjadi 8706,72 ha.

Selanjutnya, masing-masing luas wilayah tergenang tersebut akan dihitung nilai kerugian ekonomi dari jenis penggunaan lahan dan dampak ekonomi yang dirasakan oleh penduduk di sekitar Kecamatan Pesisir Gresik.



Gambar 4.7 Sebaran Wilayah Tergenang Tahun 2033 di Kabupaten Gresik

4.4 Perhitungan Ekonomi Penggunaan Lahan yang Tergenang

Analisa ekonomi mencakup dampak ekonomi menurut jenis penggunaan lahan dan dampak ekonomi yang berpengaruh pada masyarakat pesisir Gresik akibat adanya kenaikan muka air laut di Wilayah Pesisir Gresik. Analisa ekonomi dari wilayah yang terdampak kenaikan muka air laut dihitung menurut nilai produktivitas dari sektor ekonomi strategis yang rentan akan hilang.

4.4.1 Perhitungan Ekonomi Lahan Tambak

Sebaran wilayah rentan tergenang berdasarkan jenis penggunaan lahan akan dihitung nilai ekonomi yang diprediksi akan mengalami kerugian. Mengacu pada luas lahan tambak payau di Kabupaten Gresik menurut BPS (2013) sebesar 17.835,02 ha, luas lahan tambak yang tergenang akan dibandingkan dengan luas lahan tambak keseluruhan yang terdapat di Kabupaten Gresik.

Tabel 4.10 Luas dan Persentase Luas Lahan Tambak Tergenang

No	Lahan Tambak Tergenang	Luas Tambak(ha)		Persentase (%)
		Tergenang	Total	
1	Tahun 2023	8.095,09	17.835,02	45,39
2	Tahun 2033	8.099,36		45,41

Luas lahan tambak yang tergenang tahun 2023 seluas 8.095,09 ha dan tahun 2033 seluas 8.099,36 ha.

Luas lahan tambak eksisting di Gresik = 17.835,02 ha

Luas lahan tambak yang tergenang = 8.095,09 ha

Persentase luas lahan tergenang = $(8.095,09/17.835) \times 100\% = 45,39\%$

Nilai produksi tambak eksisting tahun 2013 = Rp 774.581.051.000,00

Nilai kerugian tambak tahun 2023 = $45,39\% \times \text{Rp } 774.581.051.000,00$
= **Rp 351.573.000.000,00**

Nilai kerugian tambak tahun 2033 = $45,41\% \times \text{Rp } 774.581.051.000,00$
= **Rp 351.757.899.047,87**

Mengacu pada nilai produksi ikan budidaya tambak Kabupaten Gresik menurut Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur (2013) adalah Rp 774.581.051.000,00. Nilai ekonomi tambak yang rentan hilang pada tahun 2023 adalah Rp 351.573.000.000,00 dan tahun 2033 sebesar Rp 351.757.899.047,87

Tabel 4.11 Perhitungan Nilai Produksi Tambak Tahun 2023

No	Tahun	Persentase (%)	Nilai Produksi Perikanan Tambak (Rp)	
			Kabupaten Gresik	Kecamatan Pesisir Gresik
1	2023	45,39	774.581.051.000	351.573.000.000,00
2	2033	45,41		351.757.899.047,87

4.4.2 Perhitungan Ekonomi Lahan Sawah

Luas lahan sawah terdampak pada tahun 2023 dan tahun 2033 memiliki luasan yang sama. Tidak ada penambahan luas genangan pada lahan sawah pada tahun 2023 dan tahun 2033. Nilai ekonomi lahan padi sawah dihitung berdasarkan nilai produktivitas hasil panen padi sawah di Kabupaten Gresik. Luas lahan sawah secara keseluruhan di Kabupaten Gresik menurut BPS (2013) adalah 58.678 ha. Nilai produksi lahan padi sawah mengacu pada nilai produksi padi sawah Kabupaten Gresik menurut BPS (2013) yaitu 83.215,71 ton. Harga gabah kering giling Provinsi Jawa Timur tahun 2014 adalah Rp 4.624,01/kg. Mengacu pada harga gabah giling tersebut, diperoleh nilai ekonomi padi sawah di Kabupaten Gresik seperti berikut:

Luas lahan sawah eksisting di Gresik	= 58.678 ha
Luas lahan sawah yang tergenang	= 104,82 ha
Persentase luas lahan tergenang	= $(104,82 / 58.678) \times 100\% = \mathbf{0,18\%}$
Hasil produksi sawah eksisting tahun 2013	= 83.215,71 ton = 83.215.710 kg
Harga gabah kering giling	= Rp 4.624,01/kg
Nilai produksi sawah eksisting tahun 2013	= $83.215.710 \text{ kg} \times \text{Rp } 4.624,01/\text{kg}$ = Rp 384.790.275.197,00
Nilai kerugian sawah pada tahun 2023	= $0,18\% \times \text{Rp } 384.790.275.197$ = Rp 687.373.745,60
Nilai kerugian sawah pada tahun 2033	= $0,18\% \times \text{Rp } 384.790.275.197$ = Rp 687.373.745,60

Tabel 4.12 Nilai Produktivitas Padi Sawah di Kabupaten Gresik

No	Luas Lahan Sawah (ha)		Harga Gabah Giling (Rp/kg)	Nilai Produksi Padi di Gresik	
	Eksisting	Tergenang		(ton)	(Rp)
1	58.678	104,82	4.624,01	83.215,71	384.790.108.765,68

Hasil perhitungan ekonomi dari lahan sawah diperoleh bahwa nilai kerugian dari luas lahan sawah yang tergenang tahun 2023 dan tahun 2033 memiliki nilai yang sama adalah sebesar 0,18 persen dari nilai produksi sawah di tahun 2013 yaitu sebesar **Rp 687.373.745,60**.

4.4.3 Dampak Ekonomi pada Penduduk Kecamatan Pesisir

Wilayah Pesisir Gresik memiliki beberapa kecamatan yang merupakan daerah perikanan dimana penduduk bergantung pada mata pencaharian di wilayah pesisir tersebut. Kecamatan Dudusampeyan, Manyar dan Bungah merupakan daerah perikanan terbesar di Kabupaten Gresik. Produksi perikanan yang terbesar adalah dari budidaya di tambak payau sebesar 48.459,56 ton. BPS (2013) menyebutkan jumlah petani ikan di Kabupaten Gresik pada Tahun 2012 sebanyak 23.779 orang, terdiri dari 17.743 orang pemilik dan 6.036 orang sisanya sebagai pandega.

Asumsi yang digunakan untuk mengetahui dampak ekonomi yang dialami oleh penduduk Kabupaten Gresik yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut adalah berdasarkan jumlah penduduk yang bekerja dalam tiap hektar tambak. Asumsi yang digunakan adalah dengan membandingkan jumlah penduduk yang bekerja sebagai petani ikan dengan luas lahan tambak secara keseluruhan di Kabupaten Gresik. Jumlah penduduk yang bekerja sebagai petani ikan sebanyak 23.779 jiwa. Luas lahan tambak secara total adalah 23.779 ha. Diperoleh jumlah petani tambak pada tiap hektar adalah 1 orang/ ha tambak (**Tabel 4.13**).

Tabel 4.13 Jumlah Petani Ikan di Kabupaten Gresik

No	Petani Ikan	Jumlah (orang)	Luas Lahan Tambak (ha)	Petani Ikan (orang/ha)
1	Pemilik	17.743	23.779	1
2	Pandega	6.036		
3	Total	23.779	23.779	1

Sumber : Dinas Kelautan, Perikanan, dan Peternakan Kabupaten Gresik

Luas lahan tambak yang tergenang pada kurun waktu 10 tahun mendatang mencakup 8.905,09 ha maka jumlah petani yang rentan terkena dampak ekonomi sebanyak 8.905 orang. Dampak ekonomi yang dirasakan bagi penduduk yang bermata pencaharian sebagai pekerja tambak pada lahan tambak yang rentan adalah besaran kehilangan pendapatan. Kehilangan pendapatan dari lahan tambak dialami oleh pemilik tambak dan pekerja tambak. Hasil pendapatan dan upah pekerja pada perhitungan ekonomi ini mengacu pada penelitian Wahyuninglaili (2015) berdasarkan kondisi perikanan tambak di Kabupaten Lamongan yang letaknya sangat berdekatan dengan Kabupaten Gresik. Periode panen perikanan tambak dalam 1 (satu) tahun terjadi sebanyak 4 (empat) kali. Satu periode panen memiliki jangka waktu 3 (tiga) bulan. Besar pendapatan pemilik tambak pada satu periode selama 3 (tiga) bulan khususnya ikan bandeng adalah sebesar Rp 12.000.000,00 sedangkan upah pekerja tambak pada 1 (satu) periode panen sebesar Rp 290.000,00.

Tabel 4.14 Biaya Upah Pekerja Tambak (1 tahun = 4 periode)

No	Komponen Upah	Biaya (Rp)
1	Upah pengerjaan jaring	30.000
2	Upah tenaga angkut	50.000
3	Upah tenaga panen	30.000
4	Upah tenaga pengepakan	30.000
5	Upah penjaga	150.000
Total biaya upah pekerja tambak		290.000

Sumber : Wahyuninglaili, 2015

Mengacu pada jumlah pemilik tambak dan pekerja menurut BPS (2013) maka dapat diperoleh nilai kerugian tambak yang rentan terjadi pada penduduk

pesisir di Kabupaten Gresik. **Tabel 4.16** menunjukkan nilai kerugian ekonomi bagi penduduk pesisir. Bagi pemilik tambak akan kehilangan pendapatan Rp 12.000.000,00 per periode dan bagi pekerja tambak akan kehilangan pendapatan sebesar Rp 290.000,00 pada tiap periode panen tambak. Total kerugian yang dialami oleh seluruh pemilik tambak di Gresik adalah Rp 212.916.000.000 dan bagi pekerja tambak adalah Rp 1.750.440.000.

Tabel 4.15 Kerugian Ekonomi Tambak bagi Penduduk (1 tahun = 4 periode)

No	Petani Tambak (orang)		Pendapatan/periode		Kerugian (Rp)	
	Pemilik	Pandega (pekerja)	Pemilik	Pandega (pekerja)	Pemilik	Pandega (pekerja)
1	17.743	6.036	12.000.000	290.000	212.916.000.000	1.750.440.000

4.5 Upaya Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

Upaya untuk mengantisipasi dampak kenaikan muka air laut di Kecamatan Pesisir Gresik dilakukan dengan pendekatan upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Pendekatan upaya mitigasi dan adaptasi akan dilakukan pada wilayah pesisir yang rentan terdampak kenaikan muka air laut. Luas kecamatan pesisir yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut sebesar 8.671,67 yang mencakup 7,28 persen dari total luas wilayah Kabupaten Gresik.

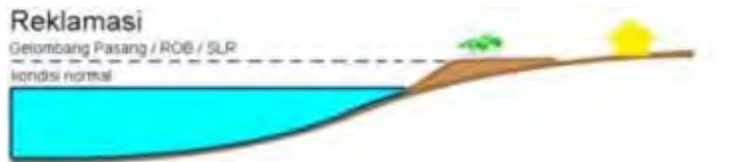
Strategi mitigasi dan adaptasi yang akan dilakukan pada kecamatan pesisir di Kabupaten Gresik dilakukan berbeda-beda berdasarkan skenario ketinggian muka air laut yang terjadi dan jenis penggunaan lahan yang rentan terkena dampak.

A. Strategi Adaptasi dan Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut di Kecamatan Pesisir

Secara umum, strategi mitigasi untuk mengurangi peningkatan emisi Gas Rumah Kaca di Kabupaten Gresik tidak dapat dipisahkan dari upaya mitigasi secara global. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan di Kabupaten Gresik adalah dengan mengembangkan kawasan hutan kota dengan pemilihan vegetasi yang dapat melakukan penyerapan emisi GRK secara optimal. Selain itu, tingginya aktivitas perkotaan khususnya wilayah pesisir perkotaan menjadi salah satu penyumbang

emisi GRK. Upaya mitigasi secara integral dapat dilakukan dengan pembuatan sistem transportasi massal yang ramah lingkungan, penggunaan bahan bakar ramah lingkungan, dan pemanfaatan bahan material yang dapat meminimalisir pencemaran emisi GRK.

Adapun strategi adaptasi untuk mengantisipasi dampak kenaikan muka air laut pada 10 tahun mendatang dapat dilakukan dengan strategi akomodatif. Diposaptono (2009) menyebutkan bahwa strategi akomodatif adalah upaya menyesuaikan dengan perubahan alam akibat kenaikan muka air laut dengan memanfaatkan morfodinamika karakteristik wilayah pesisir tersebut. Upaya adaptasi berdasarkan strategi akomodatif yang dapat dilakukan adalah dengan membuat peta kerentanan wilayah terhadap dampak kenaikan muka air laut dan mengembangkan kawasan hutan mangrove di sepanjang pesisir pantai. peta penentuan zonasi penetapan sempadan pantai, penyuluhan informasi tentang perubahan iklim ke publik, pelatihan simulasi bencana oleh pemerintah.



Gambar 4.8 Ilustrasi Strategi Akomodatif dengan Mengembangkan Kawasan Hutan Mangrove.

Pengembangan kawasan hutan mangrove diutamakan dilakukan pada wilayah kerentanan tinggi yaitu Kecamatan Ujungpangkah dan Kecamatan Manyar khususnya tersebar pada Desa Manyarsidomukti, Desa Manyarsidorukun, Desa Ketapang lor, dan Desa Pangkah Wetan, Desa Manyarejo, Desa Pangkah Kulon.

B. Strategi Adaptasi Kenaikan Muka Air Laut di Kawasan Tambak

Salah satu arahan penataan ruang yang ditetapkan adalah sebagai kawasan perikanan tangkap. Hasil analisa kerentanan diperoleh bahwa lahan perikanan tambak memiliki kerentanan tinggi terhadap kenaikan muka air laut karena luas lahan tambak sebesar 8.095 ha akan tergenang air laut pada saat pasang tinggi tahun 2023. Strategi adaptasi yang dapat dilakukan adalah strategi akomodatif dan strategi protektif. Diposaptono (2009) menyatakan strategi protektif adalah strategi yang dilakukan dengan membangun bangunan-bangunan fisik di kawasan pantai untuk mengantisipasi kenaikan muka air laut.

Strategi adaptasi untuk kawasan perikanan tambak antara lain:

1. Pembuatan tanggul alami dan buatan sebagai penghalang naiknya air laut ke daratan pesisir.
 - a. Pembuatan tanggul alami dapat dilakukan secara alami maupun buatan. Secara alami, hutan mangrove dengan kerapatan sedang (25-100 meter) hingga tebal (> 100 meter) mampu menjadi penahan gelombang secara alami dan penahan angin sehingga dapat menjaga iklim mikro di Kawasan Pesisir Gresik.
 - b. Pembuatan tanggul buatan yang dapat melindungi intrusi air laut yang naik ke kawasan tambak. Ketinggian tanggul buatan menyesuaikan dengan kondisi topografi wilayah eksisting dengan mempertimbangkan kenaikan muka air laut yang terjadi.
2. Melakukan rehabilitasi perairan tambak untuk mengurangi kadar salinitas lahan akibat adanya intrusi air laut ke dalam lahan tambak. Hal tersebut penting karena masa panen akan bergantung pada kondisi perairan yang ada.

C. Strategi Adaptasi Kenaikan Muka Air di Kawasan Permukiman

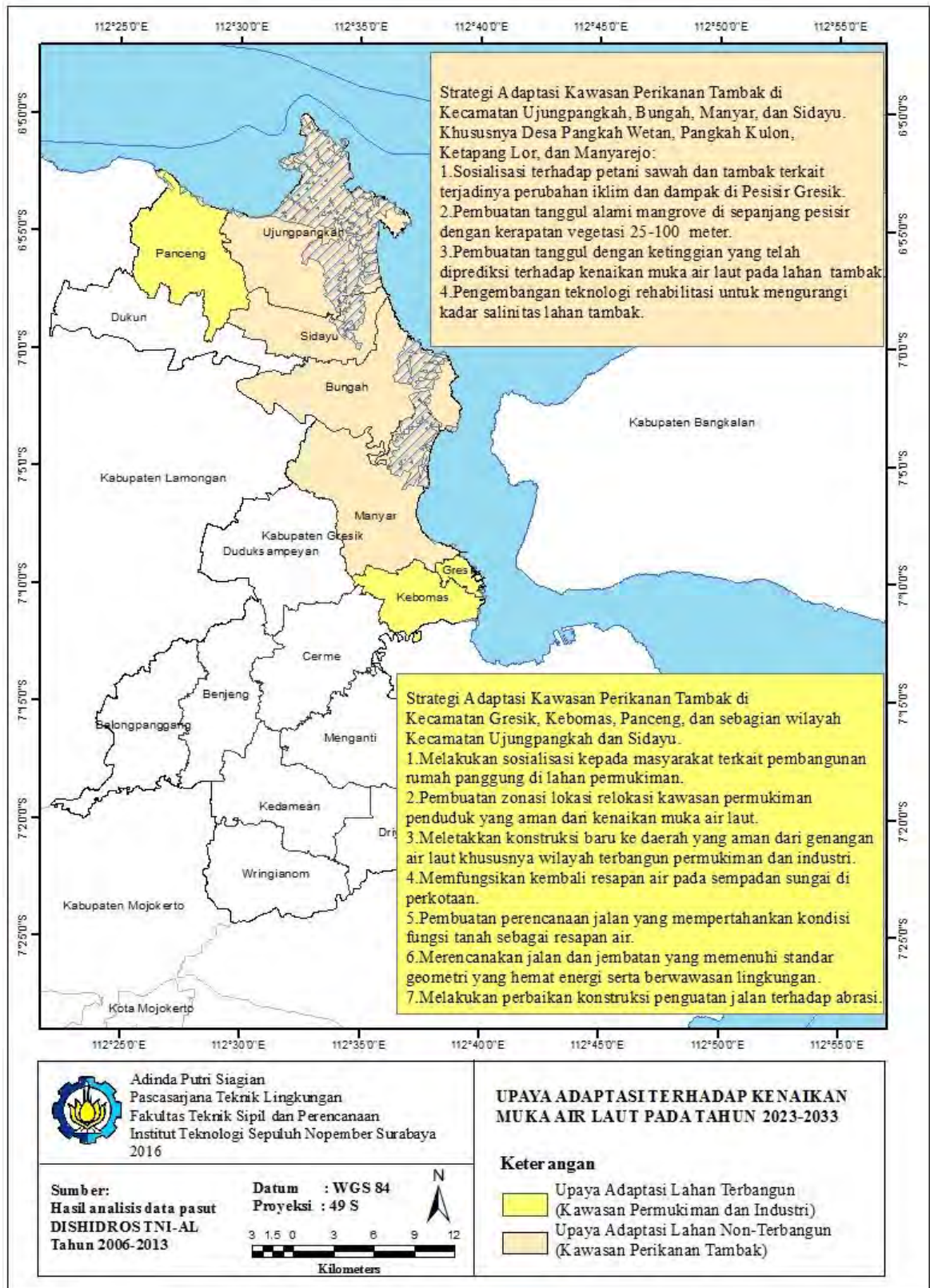
Strategi adaptasi pada kawasan permukiman dapat diantisipasi dengan melakukan strategi mundur. Strategi ini menyesuaikan pada proses dinamika alami yang terjadi dan menyesuaikan peruntukan sesuai dengan kondisi perubahan alam yang terjadi akibat kenaikan muka muka air laut (Diposaptono, 2009). Strategi adaptasi mundur pada zonasi permukiman penduduk adalah dengan menerapkan bangunan rumah panggung yang berjarak 30-100 meter dari garis pantai.

D. Prioritas Pelaksanaan Adaptasi Kenaikan Muka Air Laut di Kabupaten Gresik

Prioritas upaya adaptasi dan mitigasi yang dilakukan pada masing-masing kecamatan Pesisir Gresik adalah sebagai berikut:

1. Kecamatan Bungah, Sidayu, Ujungpangkah, dan Manyar khususnya tersebar di Desa Ketapang Lor, Pangkah Kulon, Pangkah Wetan, dan Manyarejo. Sebagian besar wilayah yang rentan adalah lahan tambak. Upaya adaptasi yang dapat dilakukan pada kecamatan tersebut antara lain:
 - Melakukan sosialisasi terhadap masyarakat pesisir khususnya petani sawah dan tambak terkait dengan terjadinya perubahan iklim dan dampak yang dapat terjadi di Kecamatan Pesisir Gresik.
 - Pembuatan tanggul alami mangrove di sepanjang pesisir dengan kerapatan tinggi yaitu vegetasi sedang hingga tinggi 25-100 meter.
 - Pembuatan tanggul dengan ketinggian yang telah diprediksi untuk terjadinya dampak kenaikan muka air laut pada lahan tambak.
 - Pengembangan teknologi rehabilitasi untuk mengurangi kadar salinitas lahan tambak.
2. Kecamatan Gresik, Kebomas, Ujungpangkah, Sidayu dan Panceng khususnya tersebar pada Desa Banyuurip, Sidorukun, Dalegan, dan Srowo. Terdapat sebagian besar kawasan terbangun seperti lahan permukiman dan industri yang rentan terkena dampak kenaikan muka air laut. Upaya adaptasi yang dapat dilakukan antara lain:
 - Penyusunan peta kerentanan terhadap kenaikan muka air laut.
 - Pembuatan zonasi lokasi relokasi kawasan permukiman penduduk yang aman dari kenaikan muka air laut.
 - Meletakkan konstruksi baru ke daerah yang aman dari genangan air laut khususnya wilayah terbangun permukiman dan industri.
 - Melakukan sosialisasi kepada masyarakat terkait pembangunan rumah panggung di lahan permukiman.
 - Memprioritaskan pemilihan material untuk pembuatan bangunan yang tahan terhadap air dengan salinitas tinggi.

- Memfungsikan kembali resapan air pada sempadan sungai di perkotaan.
- Pembuatan perencanaan jalan yang mempertahankan kondisi fungsi tanah sebagai resapan air.
- Merencanakan jalan dan jembatan yang memenuhi standar geometri yang hemat energi serta berwawasan lingkungan.
- Melakukan perbaikan konstruksi penguatan jalan terhadap abrasi.



Gambar 4.9 Upaya Adaptasi Terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Kecamatan Pesisir Gresik Tahun 2023-2033

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut yang terjadi di Kecamatan Pesisir Gresik dapat disimpulkan luas wilayah yang rentan tergenang kenaikan muka air laut pada 10 tahun mendatang, tahun 2023 mencakup luas wilayah 8.671,67 ha dan pada tahun 2033 terdapat penambahan luas wilayah tergenang menjadi 8706,72 ha. Sebaran wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap kenaikan muka air laut di Kecamatan Pesisir Gresik adalah kawasan tambak dan permukiman. Beberapa desa yang rentan antara lain Desa Pangkah kulon, Pangkah Wetan, Manyarejo.

Nilai produksi perikanan tambak yang rentan tergenang pada tahun 2023 akan mengalami kerugian sebesar Rp 351.573.000.000,00, adapun nilai produksi tahun 2033 yang rentan sebesar 351.757.899.047,87. Nilai produksi pertanian yang rentan mengalami kerugian sebesar Rp Rp 687.373.745,60. Dampak ekonomi terhadap penduduk pesisir yang memiliki mata pencaharian petani tambak adalah sebanyak 8.905 orang dengan besar kehilangan pendapatan Rp 290.000,00 pada 1 (satu) periode masa panen (1 tahun = 4 periode).

Upaya Mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengembangan kawasan hutan kota dengan pemilihan vegetasi yang dapat menyerap emisi GRK dengan optimal. Adapun upaya adaptasi yang dilakukan untuk mengantisipasi dampak dari kenaikan muka air laut secara umum berdasarkan jenis penggunaan lahan yaitu di kawasan tambak dan kawasan permukiman. Beberapa upaya teknis yang dilakukan di kawasan tambak adalah dengan pembangunan tanggul alami mangrove kerapatan vegetasi 25-100 meter sebagai penghalang intrusi air laut ke lahan tambak dan pada kawasan permukiman adalah dengan melakukan sosialisasi kepada masyarakat terkait pembangunan rumah panggung di lahan permukiman dan meletakkan konstruksi baru ke daerah yang aman dari genangan air laut.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Penyempurnaan data untuk melakukan estimasi kenaikan muka air laut diperlukan skenario kenaikan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada tahun ke depan agar hasil perhitungan lebih tepat.
2. Penentuan upaya mitigasi dan adaptasi yang dilakukan membutuhkan kajian dari berbagai aspek secara menyeluruh agar rekomendasi yang diberikan dari penelitian dapat sesuai dengan kebutuhan.
3. Pendekatan mitigasi perubahan iklim membutuhkan upaya bersama secara global untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sehingga dapat berhasil dengan optimal sebagai contoh adalah upaya penurunan GRK dengan mengembangkan sistem transportasi massal yang ramah lingkungan.

LAMPIRAN 1

Tabel 1. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2006 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN
1	2.8	0.1	1	2.6	0.2	1	2.5	0.3	1	2.4	0.6	1	2.60	0.40	1	2.40	0.50	1	2.20	0.70	1	1.90	1.1	1	2.2	0.9	1	2.2	0.6	1	2.2	0.6	1	2.4	0.9
2	2.7	0.1	2	2.5	0.4	2	2.4	0.5	2	2.4	0.7	2	2.50	0.50	2	2.20	0.60	2	2.00	0.80	2	2	1.2	2	2.2	0.7	2	2.1	0.5	2	2.3	0.6	2	2.6	0.8
3	2.7	0.1	3	2.2	0.6	3	2.3	0.7	3	2.4	0.8	3	2.40	0.60	3	2.00	0.70	3	1.80	1.00	3	2.1	1	3	2.2	0.5	3	2.2	0.4	3	2.5	0.7	3	2.7	0.5
4	2.6	0.3	4	2	0.9	4	2.2	0.9	4	2.3	0.8	4	2.30	0.60	4	2.00	0.80	4	1.90	1.20	4	2.2	0.8	4	2.3	0.3	4	2.3	0.4	4	2.6	0.8	4	2.8	0.3
5	2.3	0.5	5	2.1	1.1	5	2.2	1	5	2.2	0.7	5	2.10	0.60	5	2.00	1.00	5	2.10	1.20	5	2.3	0.5	5	2.5	0.2	5	2.3	0.4	5	2.7	0.5	5	2.8	0.2
6	2.1	0.7	6	2.1	1.1	6	2.2	1	6	2.1	0.7	6	2.10	0.60	6	2.10	1.00	6	2.20	0.90	6	2.5	0.3	6	2.5	0.2	6	2.4	0.5	6	2.7	0.4	6	2.7	0.1
7	2.1	0.9	7	2.2	0.9	7	2.2	0.9	7	2.1	0.5	7	2.10	0.60	7	2.20	1.00	7	2.40	0.60	7	2.6	0.2	7	2.6	0.3	7	2.5	0.6	7	2.7	0.3	7	2.6	0.1
8	2.2	1.1	8	2.3	0.6	8	2	0.8	8	2.1	0.5	8	2.10	0.70	8	2.40	0.70	8	2.50	0.40	8	2.7	0.1	8	2.6	0.3	8	2.5	0.6	8	2.7	0.3	8	2.5	0.2
9	2.3	1	9	2.4	0.4	9	2	0.6	9	2.1	0.5	9	2.20	0.80	9	2.50	0.50	9	2.70	0.20	9	2.7	0.1	9	2.5	0.5	9	2.6	0.5	9	2.6	0.3	9	2.4	0.3
10	2.4	0.8	10	2.5	0.3	10	2.2	0.4	10	2.1	0.5	10	2.30	0.90	10	2.70	0.30	10	2.80	0.10	10	2.7	0.2	10	2.3	0.7	10	2.5	0.5	10	2.5	0.4	10	2.4	0.4
11	2.5	0.5	11	2.5	0.2	11	2.3	0.3	11	2.2	0.6	11	2.40	0.70	11	2.80	0.20	11	2.80	0.10	11	2.7	0.2	11	2.3	0.8	11	2.5	0.5	11	2.4	0.5	11	2.3	0.5
12	2.6	0.3	12	2.6	0.2	12	2.4	0.3	12	2.2	0.7	12	2.60	0.50	12	2.80	0.20	12	2.80	0.10	12	2.5	0.4	12	2.3	0.8	12	2.5	0.6	12	2.3	0.6	12	2	0.7
13	2.7	0.2	13	2.6	0.2	13	2.4	0.3	13	2.3	0.7	13	2.70	0.40	13	2.90	0.10	13	2.80	0.20	13	2.3	0.6	13	2.3	0.9	13	2.4	0.7	13	2.1	0.6	13	2	0.9
14	2.7	0.1	14	2.5	0.3	14	2.4	0.4	14	2.5	0.5	14	2.80	0.30	14	2.80	0.20	14	2.60	0.30	14	2.1	0.9	14	2.2	0.9	14	2.3	0.6	14	2.1	0.7	14	2.1	1
15	2.7	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.5	15	2.5	0.5	15	2.80	0.30	15	2.60	0.30	15	2.40	0.40	15	2.1	1.1	15	2.2	0.8	15	2.1	0.6	15	2.1	0.7	15	2.1	1.1
16	2.6	0.2	16	2.3	0.6	16	2.2	0.7	16	2.6	0.5	16	2.80	0.30	16	2.50	0.40	16	2.10	0.60	16	2.1	1.1	16	2.1	0.6	16	2.1	0.5	16	2.2	0.9	16	2.3	1.3
17	2.5	0.3	17	2.2	0.7	17	2.2	0.8	17	2.6	0.6	17	2.70	0.40	17	2.20	0.50	17	2.00	0.90	17	2.1	1	17	2	0.4	17	2.1	0.5	17	2.3	1	17	2.5	0.8
18	2.4	0.4	18	2.1	0.9	18	2.3	0.8	18	2.6	0.6	18	2.50	0.50	18	1.90	0.70	18	2.00	1.10	18	2.1	0.7	18	2.1	0.3	18	2.2	0.6	18	2.4	0.9	18	2.6	0.6
19	2.3	0.6	19	2.1	1	19	2.4	0.8	19	2.5	0.7	19	2.30	0.50	19	2.00	0.80	19	2.10	1.10	19	2.2	0.4	19	2.2	0.3	19	2.2	0.6	19	2.6	0.7	19	2.7	0.4
20	2.1	0.8	20	2.2	1.1	20	2.4	0.9	20	2.3	0.6	20	2.00	0.60	20	2.20	0.90	20	2.20	0.80	20	2.3	0.3	20	2.3	0.4	20	2.3	0.8	20	2.7	0.5	20	2.8	0.2
21	1.9	0.9	21	2.2	1	21	2.4	0.9	21	2.1	0.6	21	2.00	0.60	21	2.30	0.90	21	2.40	0.50	21	2.4	0.2	21	2.3	0.4	21	2.4	0.8	21	2.8	0.4	21	2.8	0.2
22	2	1.1	22	2.2	0.9	22	2.3	0.8	22	2	0.6	22	2.20	0.60	22	2.40	0.60	22	2.40	0.30	22	2.5	0.2	22	2.3	0.6	22	2.5	0.7	22	2.8	0.3	22	2.8	0.1
23	2.1	1.2	23	2.3	0.6	23	2.1	0.8	23	2.1	0.5	23	2.30	0.70	23	2.60	0.40	23	2.50	0.20	23	2.5	0.2	23	2.2	0.7	23	2.6	0.6	23	2.8	0.3	23	2.7	0.2
24	2.3	1	24	2.4	0.4	24	2.2	0.6	24	2.2	0.5	24	2.50	0.70	24	2.60	0.20	24	2.60	0.10	24	2.5	0.3	24	2.1	0.8	24	2.6	0.5	24	2.7	0.3	24	2.6	0.2
25	2.4	0.7	25	2.6	0.3	25	2.3	0.4	25	2.3	0.5	25	2.60	0.50	25	2.70	0.10	25	2.70	0.10	25	2.4	0.5	25	2.4	0.8	25	2.7	0.5	25	2.6	0.4	25	2.5	0.5
26	2.5	0.5	26	2.6	0.2	26	2.4	0.3	26	2.5	0.6	26	2.70	0.30	26	2.70	0.10	26	2.70	0.10	26	2.3	0.6	26	2.4	0.7	26	2.6	0.5	26	2.5	0.4	26	2.3	0.5
27	2.7	0.3	27	2.7	0.1	27	2.4	0.3	27	2.5	0.5	27	2.7	0.2	27	2.70	0.10	27	2.60	0.20	27	2.10	0.80	27	2.40	0.8	27	2.6	0.6	27	2.3	0.5	27	2	0.7
28	2.8	0.1	28	2.6	0.2	28	2.4	0.4	28	2.6	0.4	28	2.70	0.20	28	2.60	0.20	28	2.50	0.40	28	2	0.9	28	2.5	0.8	28	2.5	0.6	28	2.1	0.6	28	2.1	0.9
29	2.8	0.1				29	2.3	0.4	29	2.6	0.4	29	2.70	0.20	29	2.50	0.30	29	2.30	0.60	29	2.1	1.1	29	2.4	0.9	29	2.3	0.6	29	2.1	0.7	29	2.3	1
30	2.7	0				30	2.4	0.6	30	2.6	0.4	30	2.70	0.30	30	2.40	0.50	30	2.10	0.80	30	2.2	1.1	30	2.3	0.8	30	2.1	0.6	30	2.3	0.8	30	2.4	1
31	2.7	0.1				31	2.5	0.6				31	2.60	0.40				31	1.90	0.90	31	2.2	1.1				31	2.1	0.6				31	2.5	0.7

Tabel 2. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2007 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN	TGL	PASANG MAX	SURUT MIN
1	2.7	0.4	1	2.7	0.1	1	2.4	0.2	1	2.2	0.5	1	2.40	0.60	1	2.70	0.30	1	2.80	0.10	1	2.60	0.3	1	2.3	0.9	1	2.5	0.6	1	2.4	0.5	1	2.2	0.5
2	2.7	0.2	2	2.7	0.1	2	2.5	0.2	2	2.2	0.7	2	2.50	0.50	2	2.80	0.20	2	2.80	0.20	2	2.4	0.5	2	2.3	0.9	2	2.5	0.7	2	2.2	0.5	2	2	0.7
3	2.7	0.1	3	2.6	0.1	3	2.5	0.2	3	2.3	0.7	3	2.60	0.40	3	2.80	0.30	3	2.70	0.20	3	2.2	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.7	3	2.1	0.5	3	2.1	0.8
4	2.7	0	4	2.5	0.2	4	2.4	0.3	4	2.4	0.7	4	2.70	0.40	4	2.70	0.30	4	2.50	0.40	4	2.1	0.9	4	2.2	0.9	4	2.2	0.6	4	2.2	0.6	4	2.2	1
5	2.7	0	5	2.4	0.4	5	2.2	0.5	5	2.5	0.7	5	2.70	0.50	5	2.60	0.40	5	2.30	0.50	5	2.1	1.1	5	2.2	0.7	5	2	0.5	5	2.2	0.7	5	2.3	1.1
6	2.6	0.1	6	2.3	0.6	6	2.1	0.7	6	2.5	0.7	6	2.70	0.50	6	2.40	0.50	6	2.00	0.70	6	2.1	1.1	6	2.1	0.4	6	2.1	0.4	6	2.3	0.8	6	2.4	0.9
7	2.5	0.3	7	2.1	0.8	7	2.2	0.9	7	2.5	0.7	7	2.60	0.60	7	2.10	0.60	7	2.00	0.90	7	2.2	0.9	7	2.2	0.4	7	2.2	0.4	7	2.4	0.9	7	2.5	0.7
8	2.4	0.5	8	2	1	8	2.2	1	8	2.5	0.8	8	2.40	0.60	8	1.90	0.80	8	2.10	1.10	8	2.2	0.6	8	2.3	0.2	8	2.2	0.4	8	2.5	0.8	8	2.6	0.5
9	2.2	0.6	9	2	1.1	9	2.3	1	9	2.4	0.8	9	2.20	0.60	9	2.00	0.90	9	2.20	1.00	9	2.4	0.4	9	2.4	0.2	9	2.2	0.6	9	2.5	0.6	9	2.7	0.4
10	2.2	0.8	10	2.1	1.2	10	2.3	1	10	2.2	0.7	10	1.90	0.70	10	2.20	0.90	10	2.40	0.70	10	2.5	0.2	10	2.5	0.3	10	2.3	0.7	10	2.6	0.5	10	2.8	0.3
11	1.9	1	11	2.1	1	11	2.3	1	11	2	0.7	11	2.00	0.60	11	2.40	0.80	11	2.50	0.40	11	2.5	0.1	11	2.4	0.4	11	2.4	0.8	11	2.7	0.4	11	2.8	0.2
12	2	1.2	12	2.2	0.8	12	2.2	0.9	12	2	0.6	12	2.20	0.70	12	2.50	0.60	12	2.60	0.20	12	2.6	0.1	12	2.4	0.5	12	2.4	0.7	12	2.7	0.4	12	2.7	0.2
13	2.1	1.1	13	2.3	0.6	13	2.1	0.7	13	2.1	0.5	13	2.30	0.70	13	2.70	0.30	13	2.70	0.10	13	2.6	0.1	13	2.2	0.7	13	2.5	0.6	13	2.7	0.4	13	2.6	0.3
14	2.3	0.9	14	2.5	0.4	14	2.2	0.5	14	2.2	0.5	14	2.50	0.70	14	2.80	0.20	14	2.80	0.00	14	2.6	0.3	14	2.2	0.9	14	2.5	0.6	14	2.6	0.4	14	2.6	0.4
15	2.5	0.6	15	2.6	0.3	15	2.3	0.4	15	2.3	0.5	15	2.60	0.50	15	2.80	0.10	15	2.80	0.00	15	2.5	0.4	15	2.2	0.9	15	2.6	0.6	15	2.4	0.5	15	2.4	0.5
16	2.6	0.4	16	2.7	0.2	16	2.4	0.3	16	2.4	0.6	16	2.70	0.30	16	2.80	0.10	16	2.70	0.10	16	2.3	0.6	16	2.3	0.9	16	2.5	0.7	16	2.4	0.6	16	2.2	0.6
17	2.7	0.3	17	2.7	0.2	17	2.5	0.3	17	2.5	0.5	17	2.80	0.20	17	2.70	0.10	17	2.60	0.20	17	2.1	0.8	17	2.3	0.9	17	2.5	0.7	17	2.2	0.6	17	2	0.8
18	2.8	0.2	18	2.6	0.2	18	2.5	0.3	18	2.6	0.4	18	2.80	0.20	18	2.70	0.20	18	2.40	0.40	18	2	1	18	2.3	1	18	2.4	0.8	18	2	0.7	18	2.2	0.9
19	2.8	0.1	19	2.5	0.3	19	2.4	0.4	19	2.6	0.4	19	2.70	0.20	19	2.50	0.30	19	2.20	0.60	19	2	1.1	19	2.3	0.9	19	2.3	0.7	19	2.1	0.7	19	2.3	1
20	2.7	0.1	20	2.4	0.5	20	2.4	0.6	20	2.6	0.4	20	2.70	0.30	20	2.30	0.50	20	2.00	0.80	20	2.1	1.2	20	2.2	0.7	20	2	0.6	20	2.3	0.8	20	2.5	0.9
21	2.7	0.2	21	2.3	0.7	21	2.4	0.7	21	2.6	0.5	21	2.50	0.40	21	2.10	0.70	21	1.80	1.00	21	2.1	1	21	2.1	0.6	21	2	0.6	21	2.4	0.9	21	2.6	0.6
22	2.6	0.3	22	2.3	0.9	22	2.4	0.7	22	2.5	0.6	22	2.30	0.50	22	1.80	0.90	22	1.90	1.20	22	2.1	0.8	22	2.1	0.5	22	2.1	0.6	22	2.6	0.7	22	2.7	0.4
23	2.4	0.4	23	2.2	1	23	2.4	0.7	23	2.3	0.6	23	2.10	0.60	23	1.90	1.00	23	2.00	1.20	23	2.1	0.6	23	2.2	0.4	23	2.3	0.6	23	2.7	0.5	23	2.8	0.2
24	2.2	0.7	24	2.2	1	24	2.3	0.8	24	2.1	0.6	24	2.00	0.70	24	2.00	1.10	24	2.10	0.90	24	2.2	0.4	24	2.3	0.4	24	2.4	0.7	24	2.8	0.3	24	2.8	0.1
25	2.1	0.9	25	2.1	0.9	25	2.3	0.8	25	2.1	0.6	25	2.10	0.70	25	2.10	1.00	25	2.20	0.70	25	2.4	0.3	25	2.4	0.5	25	2.6	0.7	25	2.8	0.2	25	2.8	0
26	2.1	1.1	26	2.2	0.7	26	2.1	0.7	26	2.1	0.5	26	2.10	0.80	26	2.30	0.70	26	2.40	0.50	26	2.5	0.2	26	2.4	0.5	26	2.7	0.5	26	2.8	0.2	26	2.7	0
27	2.2	1.1	27	2.3	0.5	27	2	0.6	27	2.2	0.6	27	2.2	0.9	27	2.40	0.50	27	2.50	0.30	27	2.60	0.20	27	2.40	0.6	27	2.7	0.4	27	2.7	0.1	27	2.6	0.1
28	2.3	0.8	28	2.4	0.3	28	2	0.5	28	2.2	0.6	28	2.30	0.80	28	2.60	0.40	28	2.60	0.20	28	2.6	0.3	28	2.5	0.8	28	2.7	0.3	28	2.6	0.2	28	2.5	0.3
29	2.4	0.6				29	2.1	0.4	29	2.3	0.7	29	2.40	0.70	29	2.70	0.20	29	2.70	0.10	29	2.6	0.4	29	2.5	0.9	29	2.7	0.3	29	2.6	0.3	29	2.4	0.4
30	2.5	0.3				30	2.2	0.4	30	2.3	0.9	30	2.50	0.50	30	2.80	0.20	30	2.70	0.10	30	2.5	0.5	30	2.5	0.8	30	2.6	0.4	30	2.4	0.4	30	2.1	0.6
31	2.6	0.1				31	2.3	0.4				31	2.70	0.40				31	2.70	0.20	31	2.3	0.7				31	2.5	0.5				31	1.8	0.9

Tabel 3. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2008 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN
1	2	1.1	1	2.1	0.9	1	2.1	0.8	1	2.1	0.6	1	2.10	0.70	1	2.60	0.50	1	2.70	0.20	1	2.70	0	1	2.4	0.5	1	2.4	0.7	1	2.6	0.4	1	2.6	0.3
2	2.1	1.2	2	2.3	0.6	2	2.1	0.6	2	2.2	0.5	2	2.30	0.80	2	2.70	0.30	2	2.80	0.10	2	2.7	0.1	2	2.3	0.7	2	2.4	0.7	2	2.6	0.5	2	2.5	0.4
3	2.2	1	3	2.4	0.5	3	2.2	0.5	3	2.2	0.5	3	2.40	0.70	3	2.80	0.20	3	2.80	0.00	3	2.6	0.2	3	2.2	0.9	3	2.4	0.7	3	2.5	0.6	3	2.4	0.5
4	2.4	0.7	4	2.5	0.3	4	2.4	0.4	4	2.2	0.6	4	2.60	0.50	4	2.80	0.10	4	2.80	0.00	4	2.5	0.4	4	2.2	0.9	4	2.4	0.7	4	2.4	0.6	4	2.3	0.6
5	2.5	0.5	5	2.6	0.2	5	2.5	0.4	5	2.2	0.7	5	2.70	0.30	5	2.90	0.10	5	2.70	0.10	5	2.3	0.6	5	2.2	1	5	2.4	0.8	5	2.3	0.7	5	2	0.8
6	2.6	0.4	6	2.6	0.2	6	2.5	0.3	6	2.5	0.6	6	2.80	0.20	6	2.80	0.10	6	2.60	0.20	6	2	0.8	6	2.2	1	6	2.4	0.8	6	2.1	0.7	6	2	0.9
7	2.7	0.2	7	2.7	0.2	7	2.5	0.4	7	2.6	0.5	7	2.80	0.20	7	2.60	0.20	7	2.40	0.40	7	2	1	7	2.2	1	7	2.3	0.8	7	2	0.8	7	2.2	1
8	2.7	0.2	8	2.6	0.3	8	2.4	0.5	8	2.6	0.4	8	2.70	0.30	8	2.50	0.40	8	2.20	0.60	8	2	1.2	8	2.2	0.8	8	2.1	0.7	8	2.1	0.8	8	2.3	1.1
9	2.7	0.2	9	2.4	0.4	9	2.3	0.6	9	2.6	0.5	9	2.60	0.40	9	2.20	0.50	9	1.90	0.90	9	2	1.2	9	2.1	0.6	9	2	0.6	9	2.3	0.9	9	2.5	0.9
10	2.7	0.2	10	2.4	0.5	10	2.4	0.7	10	2.6	0.6	10	2.50	0.40	10	2.00	0.70	10	1.90	1.10	10	2	0.9	10	2	0.5	10	2	0.6	10	2.4	0.9	10	2.7	0.6
11	2.5	0.3	11	2.2	0.7	11	2.4	0.9	11	2.4	0.6	11	2.20	0.50	11	2.00	0.90	11	2.00	1.30	11	2.1	0.7	11	2.1	0.4	11	2.1	0.6	11	2.6	1	11	2.8	0.4
12	2.5	0.4	12	2.2	0.9	12	2.4	0.8	12	2.3	0.6	12	2.00	0.60	12	2.10	0.90	12	2.10	1.00	12	2.2	0.5	12	2.3	0.4	12	2.2	0.7	12	2.7	0.5	12	2.9	0.2
13	2.3	0.5	13	2.2	1.1	13	2.3	0.9	13	2.1	0.6	13	2.00	0.60	13	2.20	1.10	13	2.20	0.70	13	2.3	0.4	13	2.3	0.4	13	2.4	0.7	13	2.8	0.3	13	2.9	0.1
14	2.1	0.7	14	2.2	1	14	2.2	0.8	14	2	0.5	14	2.10	0.60	14	2.30	0.80	14	2.30	0.50	14	2.4	0.3	14	2.4	0.5	14	2.5	0.7	14	2.8	0.2	14	2.8	0.1
15	2.1	0.9	15	2.2	0.9	15	2.1	0.8	15	2.1	0.5	15	2.20	0.70	15	2.40	0.60	15	2.40	0.40	15	2.5	0.3	15	2.4	0.6	15	2.6	0.5	15	2.8	0.2	15	2.7	0.1
16	2.2	1.1	16	2.3	0.7	16	2.1	0.6	16	2.2	0.5	16	2.30	0.90	16	2.50	0.40	16	2.50	0.20	16	2.6	0.3	16	2.4	0.7	16	2.7	0.4	16	2.7	0.2	16	2.6	0.1
17	2.3	1.1	17	2.4	0.4	17	2.2	0.4	17	2.3	0.5	17	2.40	0.70	17	2.60	0.30	17	2.60	0.20	17	2.6	0.3	17	2.4	0.7	17	2.7	0.4	17	2.7	0.3	17	2.5	0.3
18	2.4	0.8	18	2.5	0.2	18	2.3	0.3	18	2.3	0.6	18	2.50	0.50	18	2.70	0.20	18	2.70	0.20	18	2.5	0.4	18	2.5	0.7	18	2.6	0.4	18	2.5	0.4	18	2.3	0.5
19	2.5	0.5	19	2.6	0.1	19	2.4	0.3	19	2.4	0.7	19	2.60	0.40	19	2.70	0.20	19	2.70	0.20	19	2.4	0.6	19	2.5	0.7	19	2.6	0.5	19	2.3	0.5	19	2	0.7
20	2.7	0.3	20	2.6	0.1	20	2.4	0.3	20	2.4	1	20	2.60	0.30	20	2.70	0.20	20	2.60	0.30	20	2.2	0.7	20	2.5	0.7	20	2.5	0.6	20	2.1	0.6	20	2	0.8
21	2.7	0.3	21	2.6	0.2	21	2.2	0.4	21	2.5	0.5	21	2.70	0.30	21	2.70	0.30	21	2.50	0.40	21	2.2	0.9	21	2.4	0.8	21	2.3	0.6	21	2.1	0.7	21	2.1	1
22	2.8	0	22	2.5	0.3	22	2.2	0.6	22	2.5	0.5	22	2.70	0.30	22	2.60	0.40	22	2.40	0.50	22	2.3	1.1	22	2.3	0.8	22	2.1	0.6	22	2.2	0.8	22	2.3	1.1
23	2.7	0	23	2.3	0.5	23	2.3	0.8	23	2.6	0.5	23	2.70	0.40	23	2.40	0.50	23	2.10	0.70	23	2.2	1	23	2.2	0.6	23	2.1	0.5	23	2.3	0.9	23	2.4	0.9
24	2.6	0.1	24	2.2	0.7	24	2.4	0.7	24	2.6	0.6	24	2.60	0.50	24	2.20	0.60	24	2.00	0.90	24	2.2	1	24	2.1	0.5	24	2.2	0.5	24	2.4	0.9	24	2.5	0.6
25	2.5	0.2	25	2.1	0.9	25	2.4	0.8	25	2.5	0.6	25	2.40	0.60	25	1.90	0.80	25	2.10	1.10	25	2.2	0.7	25	2.1	0.4	25	2.3	0.6	25	2.5	0.7	25	2.6	0.4
26	2.4	0.4	26	2.1	1	26	2.4	0.8	26	2.4	0.7	26	2.20	0.70	26	1.90	1.00	26	2.20	1.10	26	2.2	0.5	26	2.2	0.3	26	2.4	0.7	26	2.6	0.5	26	2.7	0.3
27	2.2	0.6	27	2.1	1.1	27	2.4	0.9	27	2.3	0.7	27	2	0.7	27	2.10	1.10	27	2.20	0.90	27	2.30	0.30	27	2.30	0.4	27	2.4	0.8	27	2.6	0.4	27	2.7	0.2
28	2	0.8	28	2.2	1.1	28	2.3	0.9	28	2.1	0.7	28	1.90	0.80	28	2.30	1.00	28	2.40	0.60	28	2.5	0.2	28	2.3	0.5	28	2.5	0.7	28	2.7	0.3	28	2.7	0.2
29	1.9	1.1	29	2.1	1	29	2.3	0.8	29	1.9	0.7	29	2.00	0.90	29	2.40	0.70	29	2.50	0.30	29	2.5	0.1	29	2.3	0.6	29	2.5	0.5	29	2.7	0.3	29	2.7	0.2
30	2	1.2				30	2.1	0.8	30	2	0.7	30	2.20	0.90	30	2.60	0.40	30	2.60	0.20	30	2.6	0.2	30	2.2	0.8	30	2.6	0.5	30	2.7	0.3	30	2.6	0.3
31	2.1	1.1				31	2	0.7				31	2.40	0.80				31	2.70	0.00	31	2.6	0.3				31	2.6	0.4				31	2.5	0.4

Tabel 4. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2009 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN	TGL	PASA MAX	SURI MIN
1	2.4	0.5	1	2.1	0.9	1	2.3	0.9	1	2.4	0.7	1	2.2	0.6	1	2	0.8	1	2.1	1.1	1	2.2	0.5	1	2.3	0.4	1	2.1	0.6	1	2.5	0.7	1	2.8	0.4
2	2.2	0.6	2	2.2	1.1	2	2.3	0.9	2	2.2	0.7	2	2	0.6	2	2.2	0.8	2	2.2	0.9	2	2.3	0.4	2	2.3	0.4	2	2.2	0.7	2	2.7	0.5	2	2.8	0.3
3	2	0.8	3	2.2	1	3	2.3	0.9	3	2.1	0.7	3	2	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.6	3	2.4	0.3	3	2.4	0.4	3	2.3	0.8	3	2.8	0.4	3	2.9	0.1
4	2.1	1	4	2.3	0.9	4	2.2	0.8	4	2.1	0.5	4	2.2	0.6	4	2.4	0.7	4	2.4	0.4	4	2.5	0.2	4	2.4	0.5	4	2.4	0.7	4	2.8	0.3	4	2.8	0.1
5	2.2	1.1	5	2.4	0.6	5	2.2	0.8	5	2.1	0.5	5	2.3	0.7	5	2.5	0.5	5	2.5	0.3	5	2.6	0.2	5	2.4	0.6	5	2.5	0.6	5	2.8	0.3	5	2.7	0.2
6	2.4	1	6	2.5	0.4	6	2.2	0.6	6	2.2	0.4	6	2.4	0.8	6	2.6	0.3	6	2.6	0.2	6	2.6	0.3	6	2.2	0.7	6	2.6	0.5	6	2.6	0.3	6	2.6	0.2
7	2.5	0.7	7	2.6	0.2	7	2.4	0.4	7	2.3	0.5	7	2.5	0.9	7	2.7	0.2	7	2.7	0.2	7	2.5	0.4	7	2.3	0.8	7	2.6	0.5	7	2.6	0.4	7	2.5	0.4
8	2.6	0.5	8	2.7	0.1	8	2.5	0.3	8	2.3	0.6	8	2.5	0.5	8	2.7	0.2	8	2.7	0.2	8	2.4	0.5	8	2.3	0.8	8	2.6	0.5	8	2.5	0.5	8	2.2	0.5
9	2.7	0.3	9	2.7	0.1	9	2.5	0.2	9	2.4	0.7	9	2.6	0.4	9	2.7	0.2	9	2.6	0.3	9	2.3	0.6	9	2.4	0.8	9	2.6	0.6	9	2.3	0.5	9	2	0.7
10	2.8	0.1	10	2.6	0.1	10	2.5	0.3	10	2.5	0.6	10	2.6	0.4	10	2.7	0.3	10	2.5	0.4	10	2.1	0.8	10	2.4	0.9	10	2.5	0.7	10	2	0.6	10	2.1	0.8
11	2.8	0	11	2.5	0.2	11	2.4	0.4	11	2.5	0.5	11	2.6	0.4	11	2.6	0.4	11	2.4	0.5	11	2.1	0.9	11	2.4	0.9	11	2.3	0.7	11	2.1	0.7	11	2.3	1
12	2.7	0	12	2.4	0.4	12	2.3	0.5	12	2.5	0.5	12	2.6	0.4	12	2.5	0.5	12	2.2	0.7	12	2.2	1.1	12	2.3	0.8	12	2.1	0.6	12	2.3	0.7	12	2.4	1
13	2.6	0.1	13	2.3	0.6	13	2.3	0.7	13	2.5	0.6	13	2.6	0.5	13	2.3	0.6	13	2	0.8	13	2.2	1.1	13	2.2	0.6	13	2	0.5	13	2.4	0.8	13	2.5	0.7
14	2.6	0.2	14	2.1	0.8	14	2.3	0.8	14	2.5	0.7	14	2.5	0.6	14	2	0.8	14	1.9	1	14	2.2	1	14	2.2	0.5	14	2.2	0.5	14	2.5	0.8	14	2.6	0.5
15	2.4	0.4	15	2.1	1.1	15	2.3	0.8	15	2.4	0.8	15	2.3	0.7	15	1.8	0.9	15	2	1.1	15	2.2	0.7	15	2.3	0.4	15	2.3	0.5	15	2.6	0.6	15	2.7	0.3
16	2.2	0.6	16	2.1	1.2	16	2.3	0.9	16	2.3	0.8	16	2.1	0.8	16	1.9	1	16	2.1	1.1	16	2.3	0.5	16	2.4	0.3	16	2.4	0.6	16	2.6	0.4	16	2.7	0.2
17	2	0.8	17	2.1	1.1	17	2.2	1	17	2.1	0.8	17	1.9	0.8	17	2.1	1.2	17	2.3	0.8	17	2.4	0.3	17	2.4	0.4	17	2.5	0.7	17	2.7	0.3	17	2.7	0.2
18	2	1.1	18	2	0.9	18	2.2	0.9	18	2	0.7	18	1.9	0.8	18	2.3	0.9	18	2.4	0.5	18	2.6	0.2	18	2.4	0.4	18	2.5	0.6	18	2.7	0.3	18	2.7	0.2
19	2.1	1.2	19	2.1	0.7	19	2.1	0.8	19	2	0.7	19	2.1	0.9	19	2.5	0.6	19	2.6	0.3	19	2.6	0.1	19	2.4	0.6	19	2.6	0.5	19	2.6	0.3	19	2.6	0.2
20	2.1	1	20	2.2	0.5	20	2	0.7	20	2	0.7	20	2.2	1	20	2.6	0.4	20	2.7	0.1	20	2.6	0.2	20	2.4	0.7	20	2.6	0.4	20	2.6	0.3	20	2.5	0.3
21	2.3	0.7	21	2.3	0.4	21	2	0.6	21	2.1	0.7	21	2.4	0.7	21	2.7	0.2	21	2.8	0.1	21	2.6	0.3	21	2.4	0.7	21	2.6	0.4	21	2.5	0.4	21	2.4	0.5
22	2.4	0.5	22	2.4	0.3	22	2.1	0.5	22	2.2	0.8	22	2.6	0.5	22	2.8	0.1	22	2.8	0	22	2.5	0.4	22	2.3	0.7	22	2.5	0.5	22	2.4	0.5	22	2.3	0.6
23	2.5	0.3	23	2.5	0.3	23	2.2	0.5	23	2.4	0.9	23	2.7	0.3	23	2.9	0	23	2.8	0.1	23	2.3	0.6	23	2.4	0.7	23	2.5	0.6	23	2.3	0.6	23	2.1	0.8
24	2.6	0.2	24	2.5	0.4	24	2.3	0.5	24	2.5	0.5	24	2.8	0.2	24	2.8	0	24	2.7	0.2	24	2.2	0.8	24	2.3	0.8	24	2.4	0.7	24	2.1	0.7	24	1.9	0.9
25	2.6	0.2	25	2.4	0.4	25	2.2	0.6	25	2.7	0.4	25	2.9	0.2	25	2.7	0.1	25	2.5	0.4	25	2.2	1	25	2.3	0.9	25	2.3	0.7	25	1.9	0.9	25	2	1.1
26	2.6	0.2	26	2.3	0.5	26	2.3	0.7	26	2.7	0.3	26	2.8	0.1	26	2.6	0.3	26	2.3	0.6	26	2.2	1.1	26	2.2	0.8	26	2.1	0.7	26	2	1	26	2.2	1.2
27	2.6	0.3	27	2.2	0.6	27	2.4	0.6	27	2.7	0.3	27	2.8	0.2	27	2.4	0.4	27	2	0.8	27	2.1	1.1	27	2.1	0.7	27	2	0.7	27	2.2	1	27	2.4	1
28	2.5	0.3	28	2.3	0.8	28	2.5	0.6	28	2.7	0.4	28	2.6	0.3	28	2.1	0.6	28	2	1	28	2.1	0.9	28	2	0.6	28	2	0.8	28	2.3	1.1	28	2.5	0.7
29	2.4	0.4	29			29	2.6	0.6	29	2.6	0.5	29	2.4	0.4	29	1.9	0.9	29	2	1.3	29	2	0.7	29	2.0	0.6	29	2.1	0.8	29	2.5	0.8	29	2.7	0.5
30	2.3	0.6	30			30	2.6	0.6	30	2.4	0.5	30	2.2	0.6	30	2	1.1	30	2.1	1	30	2	0.5	30	2.0	0.6	30	2.2	0.9	30	2.7	0.6	30	2.8	0.3
31	2.1	0.7	31			31	2.5	0.7	31			31	1.9	0.7	31			31	2.1	0.8	31	2.1	0.4	31			31	2.4	0.9	31			31	2.8	0.1

Tabel 5. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2010 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT		TGL	ASANSURUT	
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.8	0.1	1	2.5	0.2	1	2.5	0.3	1	2.5	0.5	1	2.6	0.4	1	2.5	0.4	1	2.3	0.6	1	2	1	1	2.2	1	1	2.2	0.8	1	2.1	0.7	1	2.3	0.9
2	2.8	0.1	2	2.5	0.4	2	2.3	0.5	2	2.5	0.6	2	2.5	0.5	2	2.3	0.6	2	2.1	0.8	2	2	1.1	2	2.2	0.8	2	2	0.7	2	2.3	0.7	2	2.5	0.9
3	2.6	0.1	3	2.3	0.6	3	2.3	0.7	3	2.4	0.7	3	2.4	0.6	3	2.1	0.7	3	1.8	0.9	3	2.1	1.2	3	2.1	0.7	3	2	0.6	3	2.4	0.8	3	2.6	0.6
4	2.6	0.2	4	2.1	0.8	4	2.3	0.8	4	2.4	0.8	4	2.3	0.7	4	1.9	0.9	4	1.9	1.1	4	2.1	0.9	4	2.2	0.5	4	2.1	0.5	4	2.5	0.8	4	2.7	0.4
5	2.4	0.4	5	2.1	1	5	2.2	0.9	5	2.2	0.8	5	2.1	0.7	5	1.9	1	5	2	1.2	5	2.2	0.7	5	2.3	0.4	5	2.3	0.5	5	2.6	0.6	5	2.7	0.3
6	2.2	0.6	6	2.1	1.1	6	2.2	1	6	2.1	0.8	6	2	0.8	6	2	1.1	6	2.1	1	6	2.3	0.5	6	2.4	0.3	6	2.4	0.6	6	2.7	0.4	6	2.7	0.2
7	2	0.8	7	2.1	1	7	2.1	1	7	2	0.7	7	2	0.8	7	2.1	1.1	7	2.3	0.8	7	2.5	0.3	7	2.5	0.3	7	2.5	0.7	7	2.7	0.3	7	2.7	0.2
8	2.1	1.1	8	2.2	0.8	8	2.1	0.9	8	2	0.6	8	2	0.8	8	2.3	0.8	8	2.5	0.5	8	2.6	0.2	8	2.5	0.4	8	2.5	0.6	8	2.7	0.3	8	2.6	0.2
9	2.2	1.2	9	2.3	0.6	9	2	0.7	9	2	0.6	9	2.1	0.9	9	2.5	0.6	9	2.6	0.3	9	2.7	0.2	9	2.4	0.5	9	2.6	0.5	9	2.6	0.3	9	2.5	0.2
10	2.3	0.9	10	2.4	0.4	10	2.1	0.6	10	2.1	0.6	10	2.2	0.9	10	2.6	0.4	10	2.7	0.2	10	2.7	0.2	10	2.4	0.7	10	2.6	0.5	10	2.5	0.4	10	2.5	0.4
11	2.4	0.6	11	2.4	0.3	11	2.2	0.5	11	2.1	0.7	11	2.4	0.7	11	2.7	0.3	11	2.8	0.1	11	2.6	0.3	11	2.3	0.7	11	2.5	0.5	11	2.5	0.5	11	2.3	0.5
12	2.5	0.4	12	2.5	0.2	12	2.2	0.4	12	2.2	0.8	12	2.5	0.5	12	2.8	0.2	12	2.8	0.1	12	2.5	0.4	12	2.4	0.7	12	2.5	0.5	12	2.3	0.6	12	2.1	0.7
13	2.6	0.2	13	2.5	0.3	13	2.2	0.4	13	2.3	0.7	13	2.7	0.4	13	2.9	0.1	13	2.8	0.1	13	2.3	0.6	13	2.3	0.8	13	2.4	0.6	13	2.1	0.7	13	1.9	0.9
14	2.6	0.2	14	2.5	0.3	14	2.3	0.5	14	2.5	0.6	14	2.7	0.3	14	2.8	0.1	14	2.7	0.2	14	2.2	0.8	14	2.3	0.9	14	2.3	0.7	14	2	0.8	14	2	1
15	2.6	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.6	15	2.6	0.5	15	2.8	0.3	15	2.7	0.2	15	2.5	0.4	15	2.2	1	15	2.2	0.9	15	2.1	0.7	15	2	0.9	15	2.1	1.2
16	2.6	0.2	16	2.2	0.6	16	2.2	0.7	16	2.6	0.5	16	2.8	0.3	16	2.5	0.3	16	2.2	0.6	16	2.2	1.1	16	2.1	0.8	16	2	0.7	16	2.1	1	16	2.2	1.1
17	2.5	0.3	17	2.2	0.7	17	2.3	0.8	17	2.7	0.5	17	2.7	0.3	17	2.3	0.5	17	2	0.8	17	2.1	1	17	2	0.6	17	2.1	0.7	17	2.2	1	17	2.4	0.9
18	2.4	0.4	18	2.2	0.8	18	2.4	0.7	18	2.6	0.5	18	2.6	0.4	18	2	0.7	18	2	1	18	2.1	0.8	18	2	0.5	18	2.1	0.7	18	2.4	1	18	2.5	0.6
19	2.3	0.5	19	2.2	1	19	2.4	0.8	19	2.5	0.6	19	2.3	0.5	19	2	0.8	19	2.1	1.2	19	2.1	0.6	19	2.1	0.5	19	2.2	0.8	19	2.5	0.7	19	2.7	0.5
20	2.2	0.7	20	2.2	1.1	20	2.5	0.8	20	2.3	0.6	20	2.1	0.6	20	2.1	1	20	2.2	0.9	20	2.2	0.4	20	2.2	0.5	20	2.2	0.9	20	2.6	0.6	20	2.8	0.3
21	2	0.8	21	2.2	1	21	2.4	0.8	21	2.1	0.6	21	1.9	0.7	21	2.2	1	21	2.3	0.7	21	2.3	0.3	21	2.2	0.6	21	2.4	0.9	21	2.7	0.4	21	2.8	0.2
22	2	1	22	2.2	1	22	2.3	0.8	22	2	0.7	22	2.1	0.7	22	2.4	0.7	22	2.4	0.4	22	2.4	0.3	22	2.2	0.6	22	2.5	0.7	22	2.8	0.3	22	2.8	0.1
23	2.1	1.1	23	2.2	0.8	23	2.2	0.8	23	2	0.6	23	2.2	0.8	23	2.5	0.5	23	2.5	0.3	23	2.5	0.3	23	2.2	0.8	23	2.6	0.6	23	2.8	0.3	23	2.7	0.1
24	2.2	1.1	24	2.3	0.6	24	2.1	0.7	24	2.2	0.6	24	2.4	0.8	24	2.6	0.3	24	2.5	0.2	24	2.4	0.4	24	2.3	0.8	24	2.7	0.5	24	2.7	0.2	24	2.6	0.2
25	2.3	0.9	25	2.4	0.4	25	2.1	0.6	25	2.3	0.6	25	2.5	0.6	25	2.7	0.2	25	2.6	0.1	25	2.4	0.5	25	2.4	0.7	25	2.7	0.4	25	2.6	0.3	25	2.6	0.3
26	2.5	0.6	26	2.5	0.3	26	2.2	0.5	26	2.4	0.7	26	2.6	0.4	26	2.7	0.1	26	2.6	0.2	26	2.3	0.6	26	2.5	0.7	26	2.7	0.4	26	2.6	0.4	26	2.4	0.5
27	2.6	0.4	27	2.6	0.2	27	2.3	0.4	27	2.5	0.6	27	2.7	0.3	27	2.7	0.1	27	2.6	0.3	27	2.2	0.8	27	2.5	0.7	27	2.6	0.5	27	2.4	0.5	27	2.1	0.6
28	2.7	0.2	28	2.6	0.2	28	2.4	0.4	28	2.6	0.4	28	2.7	0.2	28	2.7	0.2	28	2.5	0.4	28	2.1	0.9	28	2.5	0.7	28	2.6	0.5	28	2.2	0.6	28	2.1	0.8
29	2.8	0.1	29			29	2.4	0.5	29	2.6	0.3	29	2.7	0.2	29	2.6	0.3	29	2.4	0.6	29	2.2	1	29	2.5	0.8	29	2.4	0.6	29	2	0.7	29	2.2	1
30	2.8	0.1	30			30	2.4	0.6	30	2.6	0.3	30	2.7	0.2	30	2.4	0.4	30	2.2	0.7	30	2.2	1	30	2.5	0.8	30	2.2	0.7	30	2.2	0.8	30	2.3	1.1
31	2.7	0.1	31			31	2.5	0.6	31			31	2.6	0.3	31			31	2	0.9	31	2.3	1	31			31	2	0.7	31			31	2.4	0.8

Tabel 6. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2011 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	PASA	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN
1	2.6	0.5	1	2.6	0.2	1	2.3	0.4	1	2.2	0.6	1	2.4	0.7	1	2.7	0.3	1	2.8	0.2	1	2.6	0.3	1	2.3	0.8	1	2.5	0.6	1	2.4	0.5	1	2.2	0.6
2	2.6	0.3	2	2.6	0.2	2	2.4	0.3	2	2.2	0.7	2	2.5	0.6	2	2.7	0.3	2	2.8	0.2	2	2.5	0.4	2	2.3	0.8	2	2.5	0.6	2	2.2	0.6	2	2	0.7
3	2.7	0.2	3	2.6	0.2	3	2.4	0.3	3	2.3	0.8	3	2.6	0.5	3	2.8	0.2	3	2.7	0.2	3	2.3	0.6	3	2.3	0.9	3	2.3	0.7	3	2	0.7	3	2	0.9
4	2.7	0.1	4	2.5	0.3	4	2.4	0.4	4	2.4	0.7	4	2.7	0.4	4	2.7	0.3	4	2.6	0.3	4	2.1	0.8	4	2.3	0.9	4	2.2	0.7	4	2	0.7	4	2.1	1
5	2.7	0.1	5	2.3	0.4	5	2.3	0.5	5	2.4	0.6	5	2.7	0.4	5	2.6	0.3	5	2.4	0.5	5	2.1	1	5	2.2	0.9	5	2	0.7	5	2.1	0.8	5	2.2	1.1
6	2.6	0.2	6	2.3	0.6	6	2.1	0.7	6	2.5	0.6	6	2.7	0.4	6	2.4	0.5	6	2.2	0.6	6	2.1	1.1	6	2.1	0.7	6	2	0.6	6	2.2	0.9	6	2.3	1
7	2.4	0.3	7	2.1	0.7	7	2.2	0.8	7	2.5	0.7	7	2.6	0.5	7	2.2	0.6	7	2	0.8	7	2.1	1	7	2.1	0.5	7	2.1	0.6	7	2.3	1	7	2.4	0.8
8	2.4	0.4	8	2	0.9	8	2.2	0.9	8	2.5	0.7	8	2.5	0.6	8	2	0.7	8	2.1	1	8	2.2	0.8	8	2.2	0.4	8	2.2	0.6	8	2.4	1	8	2.5	0.6
9	2.3	0.6	9	2.1	1	9	2.3	0.9	9	2.4	0.8	9	2.2	0.7	9	2	0.9	9	2.1	1.1	9	2.3	0.5	9	2.3	0.4	9	2.2	0.7	9	2.5	0.7	9	2.7	0.4
10	2.1	0.8	10	2.1	1.1	10	2.3	1	10	2.2	0.8	10	2	0.7	10	2.1	1	10	2.3	0.9	10	2.4	0.4	10	2.3	0.4	10	2.3	0.8	10	2.6	0.5	10	2.7	0.3
11	1.9	0.9	11	2.1	1.1	11	2.3	1	11	2.1	0.8	11	1.9	0.8	11	2.3	1	11	2.4	0.6	11	2.5	0.3	11	2.4	0.4	11	2.3	0.8	11	2.6	0.4	11	2.7	0.3
12	2	1.1	12	2.1	1	12	2.2	1	12	2	0.7	12	2.1	0.8	12	2.4	0.7	12	2.5	0.4	12	2.5	0.2	12	2.3	0.6	12	2.4	0.7	12	2.7	0.4	12	2.7	0.2
13	2.1	1.2	13	2.2	0.7	13	2.1	0.9	13	2	0.7	13	2.2	0.8	13	2.6	0.4	13	2.6	0.2	13	2.6	0.2	13	2.2	0.7	13	2.5	0.6	13	2.7	0.4	13	2.6	0.3
14	2.2	1	14	2.4	0.6	14	2.1	0.7	14	2.1	0.6	14	2.4	0.8	14	2.7	0.3	14	2.7	0.1	14	2.5	0.3	14	2.2	0.9	14	2.5	0.6	14	2.6	0.4	14	2.5	0.3
15	2.3	0.8	15	2.5	0.4	15	2.2	0.6	15	2.3	0.6	15	2.5	0.5	15	2.8	0.2	15	2.7	0.1	15	2.4	0.4	15	2.3	0.8	15	2.5	0.6	15	2.5	0.5	15	2.5	0.4
16	2.5	0.6	16	2.6	0.3	16	2.3	0.5	16	2.4	0.7	16	2.7	0.4	16	2.8	0.1	16	2.7	0.2	16	2.3	0.6	16	2.3	0.8	16	2.5	0.6	16	2.5	0.5	16	2.3	0.6
17	2.6	0.4	17	2.6	0.2	17	2.4	0.5	17	2.5	0.5	17	2.7	0.3	17	2.7	0.1	17	2.6	0.2	17	2.1	0.8	17	2.3	0.9	17	2.5	0.7	17	2.3	0.6	17	2	0.7
18	2.7	0.2	18	2.6	0.3	18	2.4	0.4	18	2.6	0.4	18	2.8	0.2	18	2.7	0.2	18	2.5	0.4	18	2	0.9	18	2.3	0.9	18	2.4	0.7	18	2.1	0.7	18	2.1	0.9
19	2.7	0.2	19	2.5	0.3	19	2.4	0.5	19	2.6	0.4	19	2.7	0.2	19	2.5	0.3	19	2.3	0.6	19	2.1	1.1	19	2.3	1	19	2.3	0.8	19	2	0.8	19	2.2	1
20	2.7	0.1	20	2.3	0.4	20	2.4	0.6	20	2.6	0.4	20	2.7	0.3	20	2.4	0.5	20	2.1	0.8	20	2.1	1.2	20	2.2	0.9	20	2.1	0.8	20	2.2	0.9	20	2.4	1
21	2.7	0.2	21	2.3	0.6	21	2.5	0.6	21	2.6	0.4	21	2.5	0.4	21	2.1	0.7	21	1.9	1	21	2.1	1.2	21	2.1	0.8	21	1.9	0.7	21	2.3	0.9	21	2.5	0.7
22	2.5	0.3	22	2.3	0.8	22	2.5	0.6	22	2.5	0.5	22	2.4	0.5	22	1.9	0.8	22	1.9	1.1	22	2.1	1	22	2	0.7	22	2.1	0.7	22	2.5	0.8	22	2.7	0.5
23	2.5	0.4	23	2.2	1	23	2.4	0.7	23	2.3	0.6	23	2.2	0.6	23	1.8	1	23	2	1.2	23	2.1	0.8	23	2.1	0.6	23	2.2	0.7	23	2.6	0.6	23	2.7	0.3
24	2.3	0.6	24	2.2	1	24	2.4	0.7	24	2.2	0.7	24	1.9	0.8	24	1.9	1.2	24	2	1.1	24	2.1	0.6	24	2.2	0.6	24	2.4	0.8	24	2.8	0.4	24	2.8	0.2
25	2.1	0.8	25	2.1	1	25	2.3	0.8	25	2	0.7	25	1.9	0.9	25	2.1	1.1	25	2.1	0.8	25	2.3	0.5	25	2.3	0.5	25	2.5	0.7	25	2.8	0.2	25	2.8	0.1
26	2.1	1	26	2.1	0.9	26	2.1	0.8	26	2	0.7	26	2	0.9	26	2.2	0.9	26	2.2	0.6	26	2.4	0.4	26	2.3	0.6	26	2.6	0.5	26	2.8	0.2	26	2.7	0.1
27	2.2	1.1	27	2.1	0.7	27	2	0.8	27	2.1	0.7	27	2.1	1	27	2.3	0.7	27	2.4	0.5	27	2.5	0.3	27	2.4	0.6	27	2.7	0.4	27	2.7	0.1	27	2.6	0.1
28	2.2	1	28	2.2	0.5	28	2	0.6	28	2.1	0.8	28	2.2	1	28	2.5	0.5	28	2.5	0.3	28	2.5	0.3	28	2.5	0.6	28	2.7	0.3	28	2.6	0.2	28	2.5	0.3
29	2.3	0.7	29			29	2	0.6	29	2.2	0.8	29	2.3	0.8	29	2.6	0.3	29	2.6	0.2	29	2.5	0.4	29	2.6	0.5	29	2.7	0.3	29	2.5	0.3	29	2.4	0.4
30	2.4	0.5	30			30	2.1	0.5	30	2.3	0.9	30	2.5	0.6	30	2.7	0.2	30	2.7	0.2	30	2.4	0.5	30	2.5	0.5	30	2.6	0.4	30	2.4	0.4	30	2.2	0.6
31	2.5	0.3	31			31	2.1	0.5	31			31	2.6	0.4	31			31	2.7	0.2	31	2.3	0.6	31			31	2.5	0.4	31			31	1.9	0.8

Tabel 7. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2012 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT	TGL	ASAN	SURUT			
	MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN		MAX	MIN			
1	1.90	1.00	1	2.10	1.10	1	2.10	1.00	1	2.00	0.80	1	2.00	0.80	1	2.50	0.70	1	2.60	0.40	1	2.70	0.10	1	2.40	0.50	1	2.40	0.70	1	2.50	0.50			
2	2.00	1.20	2	2.20	0.90	2	2.00	0.90	2	2.10	0.70	2	2.20	0.80	2	2.60	0.40	2	2.70	0.20	2	2.70	0.20	2	2.30	0.60	2	2.40	0.70	2	2.50	0.50			
3	2.10	1.20	3	2.30	0.70	3	2.10	0.70	3	2.10	0.60	3	2.40	0.80	3	2.70	0.30	3	2.80	0.10	3	2.60	0.20	3	2.20	0.80	3	2.40	0.70	3	2.50	0.50			
4	2.30	0.90	4	2.40	0.50	4	2.20	0.60	4	2.20	0.60	4	2.50	0.60	4	2.80	0.20	4	2.80	0.10	4	2.50	0.40	4	2.20	0.90	4	2.40	0.70	4	2.40	0.60			
5	2.40	0.70	5	2.50	0.40	5	2.40	0.50	5	2.30	0.70	5	2.70	0.40	5	2.80	0.10	5	2.70	0.10	5	2.30	0.60	5	2.20	1.00	5	2.40	0.80	5	2.30	0.70			
6	2.50	0.50	6	2.60	0.30	6	2.40	0.40	6	2.50	0.60	6	2.70	0.30	6	2.70	0.10	6	2.60	0.20	6	2.10	0.80	6	2.20	1.00	6	2.30	0.80	6	2.10	0.80			
7	2.60	0.40	7	2.60	0.30	7	2.40	0.40	7	2.60	0.50	7	2.80	0.30	7	2.70	0.20	7	2.40	0.40	7	2.00	1.00	7	2.20	1.10	7	2.30	0.90	7	1.90	0.80			
8	2.70	0.30	8	2.60	0.30	8	2.40	0.50	8	2.60	0.50	8	2.70	0.30	8	2.50	0.40	8	2.20	0.60	8	2.00	1.10	8	2.10	1.00	8	2.10	0.90	8	2.00	0.90			
9	2.70	0.20	9	2.50	0.40	9	2.30	0.60	9	2.60	0.50	9	2.60	0.30	9	2.30	0.50	9	2.00	0.80	9	2.00	1.20	9	2.10	0.90	9	2.00	0.80	9	2.20	0.90			
10	2.70	0.20	10	2.40	0.50	10	2.40	0.70	10	2.50	0.50	10	2.50	0.40	10	2.10	0.70	10	1.90	1.00	10	2.00	1.10	10	2.00	0.80	10	1.90	0.80	10	2.30	0.90			
11	2.60	0.30	11	2.20	0.60	11	2.40	0.70	11	2.40	0.60	11	2.30	0.50	11	1.90	0.90	11	1.90	1.20	11	2.00	0.90	11	2.00	0.60	11	2.00	0.70	11	2.50	0.80			
12	2.50	0.30	12	2.20	0.80	12	2.40	0.80	12	2.30	0.70	12	2.10	0.60	12	2.00	1.00	12	2.00	1.20	12	2.10	0.70	12	2.10	0.60	12	2.20	0.70	12	2.60	0.60			
13	2.40	0.50	13	2.20	1.00	13	2.30	0.80	13	2.00	0.70	13	1.90	0.70	13	2.10	1.10	13	2.10	1.00	13	2.20	0.60	13	2.20	0.50	13	2.30	0.80	13	2.70	0.40			
14	2.20	0.60	14	2.20	1.00	14	2.20	0.90	14	1.90	0.70	14	2.00	0.80	14	2.20	1.00	14	2.20	0.70	14	2.30	0.50	14	2.30	0.60	14	2.50	0.80	14	2.80	0.30			
15	2.10	0.80	15	2.20	1.00	15	2.10	0.80	15	2.00	0.60	15	2.10	0.80	15	2.30	0.80	15	2.30	0.50	15	2.40	0.40	15	2.30	0.60	15	2.60	0.60	15	2.80	0.20			
16	2.10	1.00	16	2.20	0.80	16	2.10	0.80	16	2.10	0.60	16	2.20	0.90	16	2.40	0.70	16	2.40	0.40	16	2.50	0.40	16	2.30	0.60	16	2.70	0.50	16	2.70	0.20			
17	2.20	1.10	17	2.30	0.60	17	2.10	0.60	17	2.20	0.60	17	2.30	0.80	17	2.50	0.40	17	2.50	0.30	17	2.50	0.40	17	2.40	0.70	17	2.70	0.40	17	2.60	0.30			
18	2.30	0.90	18	2.40	0.40	18	2.20	0.50	18	2.30	0.70	18	2.40	0.70	18	2.60	0.30	18	2.60	0.30	18	2.50	0.40	18	2.50	0.60	18	2.60	0.40	18	2.60	0.40			
19	2.50	0.70	19	2.50	0.30	19	2.30	0.40	19	2.30	0.80	19	2.50	0.50	19	2.70	0.30	19	2.60	0.30	19	2.40	0.50	19	2.40	0.60	19	2.60	0.40	19	2.40	0.50			
20	2.60	0.40	20	2.50	0.20	20	2.30	0.40	20	2.40	0.70	20	2.60	0.40	20	2.70	0.30	20	2.60	0.30	20	2.30	0.60	20	2.50	0.70	20	2.50	0.50	20	2.20	0.60			
21	2.60	0.30	21	2.50	0.20	21	2.20	0.50	21	2.50	0.60	21	2.60	0.40	21	2.70	0.30	21	2.60	0.40	21	2.20	0.80	21	2.40	0.70	21	2.40	0.60	21	2.00	0.70			
22	2.70	0.10	22	2.40	0.30	22	2.30	0.60	22	2.50	0.50	22	2.70	0.30	22	2.60	0.40	22	2.40	0.50	22	2.20	0.90	22	2.30	0.80	22	2.20	0.70	22	2.10	0.80			
23	2.70	0.10	23	2.30	0.50	23	2.30	0.80	23	2.50	0.50	23	2.70	0.40	23	2.50	0.40	23	2.20	0.60	23	2.30	1.00	23	2.20	0.80	23	2.00	0.70	23	2.20	0.90			
24	2.60	0.10	24	2.20	0.60	24	2.30	0.70	24	2.60	0.50	24	2.60	0.40	24	2.30	0.60	24	2.00	0.80	24	2.20	1.00	24	2.00	0.70	24	2.10	0.70	24	2.30	1.00			
25	2.50	0.20	25	2.10	0.80	25	2.30	0.70	25	2.50	0.60	25	2.50	0.50	25	2.10	0.70	25	2.10	1.00	25	2.20	0.90	25	2.00	0.60	25	2.20	0.70	25	2.40	0.80			
26	2.40	0.40	26	2.10	1.00	26	2.40	0.80	26	2.40	0.70	26	2.30	0.60	26	1.90	0.90	26	2.10	1.20	26	2.20	0.70	26	2.10	0.50	26	2.30	0.70	26	2.50	0.70			
27	2.30	0.60	27	2.10	1.10	27	2.40	0.80	27	2.30	0.80	27	2.10	0.70	27	2.00	1.00	27	2.20	1.00	27	2.20	0.50	27	2.20	0.50	27	2.40	0.90	27	2.60	0.50			
28	2.10	0.80	28	2.10	1.10	28	2.30	0.90	28	2.10	0.80	28	1.90	0.80	28	2.20	1.10	28	2.30	0.80	28	2.30	0.40	28	2.20	0.50	28	2.40	0.80	28	2.60	0.40			
29	1.90	0.90	29	2.10	1.10	29	2.20	0.90	29	1.90	0.80	29	2.00	0.90	29	2.30	0.80	29	2.40	0.50	29	2.40	0.30	29	2.30	0.70	29	2.50	0.60	29	2.70	0.30			
30	2.10	1.10	30			30	2.10	0.90	30	1.90	0.80	30	2.10	1.00	30	2.50	0.60	30	2.50	0.30	30	2.50	0.30	30	2.30	0.80	30	2.50	0.50	30	2.60	0.30			
31	2.00	1.20	31			31	2.00	0.80	31			31	2.30	0.90	31			31	2.60	0.20	31	2.50	0.40	31			31	2.60	0.50	31					

Tabel 8. Data Pasang Surut Harian Dishidros TNI-AL di Perairan Surabaya Tahun 2013 (meter)

JANUARI			FEBRUARI			MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS			SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER			DESEMBER		
TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	PASASURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	ASANSURUT MAX	MIN	TGL	PASASURUT MAX	MIN	TGL	PASASURUT MAX	MIN
1	2.40	0.40	1	2.10	0.80	1	2.30	0.80	1	2.40	0.70	1	2.30	0.60	1	2.00	0.80	1	2.00	1.20	1	2.10	0.80	1	2.10	0.60	1	2.00	0.70	1	2.40	0.80	1	2.70	0.50
2	2.30	0.60	2	2.10	1.00	2	2.30	0.90	2	2.20	0.80	2	2.00	0.70	2	2.10	0.90	2	2.10	1.10	2	2.20	0.60	2	2.20	0.50	2	2.10	0.70	2	2.60	0.70	2	2.80	0.30
3	2.10	0.70	3	2.20	1.00	3	2.30	1.00	3	2.10	0.70	3	1.90	0.70	3	2.20	0.90	3	2.20	0.80	3	2.30	0.50	3	2.30	0.50	3	2.20	0.70	3	2.70	0.50	3	2.80	0.20
4	2.00	0.90	4	2.20	1.00	4	2.20	0.90	4	2.00	0.70	4	2.10	0.70	4	2.30	0.90	4	2.30	0.60	4	2.40	0.40	4	2.30	0.50	4	2.40	0.80	4	2.70	0.40	4	2.80	0.20
5	2.10	1.00	5	2.30	0.90	5	2.10	0.90	5	2.00	0.60	5	2.20	0.70	5	2.40	0.70	5	2.40	0.50	5	2.50	0.40	5	2.30	0.60	5	2.50	0.70	5	2.70	0.30	5	2.70	0.20
6	2.20	1.20	6	2.40	0.60	6	2.10	0.80	6	2.10	0.60	6	2.30	0.80	6	2.50	0.50	6	2.50	0.30	6	2.50	0.40	6	2.30	0.70	6	2.50	0.60	6	2.70	0.30	6	2.60	0.20
7	2.40	0.90	7	2.50	0.40	7	2.20	0.60	7	2.20	0.60	7	2.40	0.70	7	2.60	0.40	7	2.60	0.30	7	2.50	0.40	7	2.30	0.70	7	2.60	0.50	7	2.60	0.40	7	2.50	0.30
8	2.50	0.70	8	2.60	0.30	8	2.30	0.50	8	2.30	0.60	8	2.50	0.60	8	2.60	0.30	8	2.60	0.30	8	2.50	0.50	8	2.30	0.80	8	2.50	0.50	8	2.50	0.50	8	2.30	0.50
9	2.70	0.40	9	2.60	0.20	9	2.40	0.50	9	2.40	0.70	9	2.50	0.50	9	2.60	0.30	9	2.60	0.30	9	2.40	0.60	9	2.30	0.80	9	2.50	0.60	9	2.30	0.60	9	2.10	0.60
10	2.70	0.30	10	2.60	0.20	10	2.40	0.40	10	2.40	0.60	10	2.60	0.40	10	2.60	0.30	10	2.50	0.40	10	2.20	0.70	10	2.40	0.80	10	2.40	0.60	10	2.10	0.60	10	2.00	0.80
11	2.80	0.10	11	2.50	0.20	11	2.40	0.40	11	2.40	0.60	11	2.60	0.40	11	2.60	0.40	11	2.50	0.50	11	2.10	0.80	11	2.30	0.90	11	2.30	0.70	11	2.00	0.70	11	2.20	0.90
12	2.70	0.10	12	2.40	0.40	12	2.30	0.50	12	2.40	0.60	12	2.60	0.40	12	2.50	0.50	12	2.30	0.60	12	2.10	1.00	12	2.20	0.90	12	2.10	0.70	12	2.20	0.80	12	2.30	1.10
13	2.70	0.10	13	2.30	0.50	13	2.30	0.60	13	2.40	0.60	13	2.50	0.50	13	2.30	0.60	13	2.10	0.70	13	2.20	1.10	13	2.10	0.80	13	2.00	0.70	13	2.30	0.80	13	2.40	0.90
14	2.50	0.20	14	2.20	0.70	14	2.30	0.80	14	2.40	0.60	14	2.50	0.60	14	2.20	0.70	14	1.90	0.90	14	2.10	1.10	14	2.10	0.70	14	2.10	0.60	14	2.40	0.90	14	2.50	0.70
15	2.50	0.40	15	2.10	0.90	15	2.30	0.80	15	2.30	0.80	15	2.30	0.70	15	1.90	0.80	15	2.00	1.00	15	2.20	0.90	15	2.10	0.50	15	2.20	0.60	15	2.50	0.70	15	2.60	0.50
16	2.30	0.50	16	2.00	1.10	16	2.20	0.90	16	2.30	0.80	16	2.20	0.80	16	1.90	1.00	16	2.10	1.20	16	2.20	0.70	16	2.20	0.50	16	2.30	0.70	16	2.60	0.60	16	2.60	0.40
17	2.00	0.80	17	2.00	1.20	17	2.20	1.00	17	2.10	0.90	17	2.00	0.90	17	2.00	1.10	17	2.20	1.00	17	2.30	0.50	17	2.30	0.40	17	2.40	0.70	17	2.60	0.40	17	2.60	0.30
18	1.90	1.00	18	2.00	1.10	18	2.10	1.00	18	2.00	0.90	18	1.80	0.90	18	2.20	1.10	18	2.30	0.80	18	2.40	0.30	18	2.40	0.50	18	2.50	0.70	18	2.60	0.40	18	2.60	0.30
19	2.00	1.20	19	2.00	0.90	19	2.10	1.00	19	1.90	0.80	19	2.00	0.90	19	2.30	0.80	19	2.50	0.50	19	2.50	0.30	19	2.40	0.50	19	2.50	0.60	19	2.60	0.30	19	2.60	0.30
20	2.00	1.20	20	2.10	0.80	20	2.00	0.90	20	1.90	0.80	20	2.10	1.00	20	2.50	0.60	20	2.60	0.30	20	2.60	0.20	20	2.30	0.70	20	2.50	0.50	20	2.50	0.40	20	2.50	0.30
21	2.10	1.00	21	2.20	0.60	21	1.90	0.80	21	2.00	0.80	21	2.30	0.90	21	2.70	0.40	21	2.70	0.20	21	2.60	0.30	21	2.40	0.70	21	2.50	0.50	21	2.50	0.40	21	2.40	0.40
22	2.30	0.80	22	2.30	0.50	22	2.00	0.70	22	2.20	0.80	22	2.50	0.70	22	2.80	0.20	22	2.70	0.10	22	2.50	0.40	22	2.30	0.70	22	2.50	0.50	22	2.40	0.50	22	2.30	0.60
23	2.40	0.60	23	2.40	0.50	23	2.10	0.70	23	2.30	0.80	23	2.60	0.50	23	2.80	0.10	23	2.70	0.10	23	2.40	0.60	23	2.30	0.70	23	2.40	0.60	23	2.30	0.60	23	2.20	0.70
24	2.50	0.40	24	2.40	0.40	24	2.20	0.70	24	2.50	0.60	24	2.70	0.30	24	2.80	0.10	24	2.70	0.20	24	2.20	0.70	24	2.30	0.80	24	2.40	0.70	24	2.20	0.70	24	2.00	0.80
25	2.60	0.30	25	2.40	0.40	25	2.20	0.60	25	2.60	0.50	25	2.80	0.20	25	2.70	0.10	25	2.50	0.30	25	2.10	0.90	25	2.20	0.90	25	2.30	0.80	25	2.00	0.90	25	2.00	1.00
26	2.60	0.30	26	2.40	0.50	26	2.20	0.70	26	2.70	0.40	26	2.20	0.20	26	2.60	0.20	26	2.40	0.50	26	2.10	1.00	26	2.20	1.00	26	2.20	0.80	26	1.90	0.90	26	2.10	1.10
27	2.60	0.30	27	2.30	0.60	27	2.40	0.70	27	2.70	0.30	27	2.70	0.20	27	2.40	0.40	27	2.10	0.70	27	2.10	1.10	27	2.10	0.90	27	2.00	0.90	27	2.10	1.00	27	2.30	1.20
28	2.50	0.30	28	2.20	0.70	28	2.40	0.60	28	2.70	0.40	28	2.60	0.30	28	2.20	0.60	28	2.00	0.90	28	2.00	1.10	28	2.00	0.80	28	1.90	0.90	28	2.20	1.10	28	2.40	0.90
29	2.40	0.40	29			29	2.50	0.60	29	2.60	0.40	29	2.50	0.40	29	1.90	0.80	29	2.00	1.10	29	2.00	1.00	29	1.90	0.80	29	2.00	0.90	29	2.40	1.10	29	2.60	0.70
30	2.30	0.50	30			30	2.50	0.60	30	2.40	0.50	30	2.20	0.50	30	2.00	1.00	30	2.00	1.20	30	2.00	0.80	30	1.90	0.70	30	2.20	0.90	30	2.60	0.70	30	2.70	0.40
31	2.20	0.70	31			31	2.50	0.60	31			31	2.00	0.70	31			31	2.00	1.00	31	2.00	0.70	31			31	2.30	0.90	31			31	2.80	0.30

LAMPIRAN 2

Tabel 9. Luas Wilayah Tergenang Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2013 (MSL 1,48 meter)

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
KECAMATAN KEBOMAS			
INDRO	Aneka Industri	0.37	0.02%
KARANGKERING	Aneka Industri	1.17	0.06%
INDRO	Jasa Lainnya	1.44	0.07%
KARANGKERING	Jasa Lainnya	1.13	0.06%
KARANGKERING	Semak	0.01	0.00%
KARANGKERING	Sungai	0.57	0.03%
KARANGKERING	Tambak	1.08	0.05%
KECAMATAN GRESIK			
BEDILAN	Aneka Industri	1.85	0.09%
PULOPANCIKAN	Aneka Industri	0.45	0.02%
SIDOKUMPUL	Aneka Industri	0.22	0.01%
SIDORUKUN	Aneka Industri	1.80	0.09%
PULOPANCIKAN	Instalasi	0.46	0.02%
SIDOKUMPUL	Instalasi	3.15	0.15%
SIDORUKUN	Instalasi	3.12	0.15%
SIDORUKUN	Jasa Perhubungan	2.26	0.11%
KEBUNGSON	Kampung Padat Teratur	0.02	0.00%
KEPUTERAN	Kampung Padat Teratur	0.00	0.00%
KROMAN	Kampung Padat Teratur	0.07	0.00%
PEKELINGAN	Kampung Padat Teratur	0.28	0.01%
SIDORUKUN	Kampung Padat Teratur	0.01	0.00%
BEDILAN	Kampung Padat Tidak Teratur	0.71	0.03%
SIDORUKUN	Kolam Air Tawar	0.02	0.00%
KECAMATAN MANYAR			
MANYARSIDOMUKTI	Aneka Industri	0.34	0.02%
ROOMO	Aneka Industri	5.88	0.29%
MANYARSIDOMUKTI	Jalan Aspal	0.06	0.00%
ROOMO	Jalan Aspal	0.02	0.00%
ROOMO	Kampung Jarang Tidak Teratur	1.01	0.05%
ROOMO	Kolam Air Tawar	0.26	0.01%
MANYAREJO	Penggaraman	0.54	0.03%
MANYARSIDORUKUN	Penggaraman	19.23	0.94%
ROOMO	Sawah Tadah Hujan	0.24	0.01%
ROOMO	Semak	1.73	0.08%
MANYAREJO	Sungai	0.19	0.01%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
MANYARSIDORUKUN	Sungai	0.06	0.00%
MANYAREJO	Tambak	170.64	8.32%
MANYARSIDOMUKTI	Tambak	0.14	0.01%
MANYARSIDORUKUN	Tambak	437.88	21.34%
ROOMO	Tanah Rusak	5.09	0.25%
KECAMATAN BUNGAH			
TANJUNGWIDORO	Kebun Campuran	0.02	0.00%
TANJUNGWIDORO	Sungai	0.09	0.00%
BEDANTEN	Tambak	9.23	0.45%
GUMENG	Tambak	0.15	0.01%
KRAMAT	Tambak	2.88	0.14%
SUNGONLEGOWO	Tambak	2.47	0.12%
TANJUNGWIDORO	Tambak	52.70	2.57%
KECAMATAN SIDAYU			
RANDUBOTO	Tambak	0.69	0.03%
KECAMATAN UJUNGPAKKAH			
NGEMBO	Kampung Padat Tidak Teratur	0.31	0.02%
NGEMBO	Kuburan/Pemakaman	0.07	0.00%
NGEMBO	Padang Rumput	5.87	0.29%
BANYUURIP	Sawah Irigasi	13.36	0.65%
BANYUURIP	Semak	3.95	0.19%
NGEMBO	Semak	0.04	0.00%
PANGKAH WETAN	Sungai	34.32	1.67%
BANYUURIP	Tambak	27.10	1.32%
KETAPANG LOR	Tambak	58.00	2.83%
NGEMBO	Tambak	0.14	0.01%
PANGKAH KULON	Tambak	265.29	12.93%
PANGKAH WETAN	Tambak	871.85	42.50%
BANYUURIP	Tegalan/Ladang	1.22	0.06%
KECAMATAN PANCENG			
DALEGAN	Jasa	0.19	0.01%
CAMPURREJO	Kampung Jarang Tidak Teratur	0.23	0.01%
DALEGAN	Kampung Jarang Tidak Teratur	1.68	0.08%
CAMPURREJO	Kampung Padat Teratur	0.20	0.01%
CAMPURREJO	Kampung Padat Tidak Teratur	1.46	0.07%
CAMPURREJO	Sawah Irigasi	0.73	0.04%
DALEGAN	Sawah Irigasi	9.98	0.49%
CAMPURREJO	Semak	0.13	0.01%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
DALEGAN	Semak	0.08	0.00%
CAMPURREJO	Tambak	18.63	0.91%
DALEGAN	Tambak	3.15	0.15%
WERU	Tambak	0.00	0.00%
DALEGAN	Tanah Kosong	0.12	0.01%
CAMPURREJO	Tegalan/Ladang	0.83	0.04%
DALEGAN	Tegalan/Ladang	0.78	0.04%
Total Wilayah yang Tergenang		2051.46	100.00%

LAMPIRAN 3

Tabel 10. Luas Wilayah Tergenang Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2023 (2,82 meter)

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
KECAMATAN KEBOMAS			
Karangkering	Tambak	2,73	0,03%
Segoromadu	Tambak	1,7	0,02%
Tenggulunan	Tambak	1,8	0,02%
Karangkering	Aneka Industri	2,81	0,03%
Karangkering	Jasa Lainnya	2,19	0,03%
Karangkering	Aneka Industri	0	0,00%
Indro	Aneka Industri	1,39	0,02%
Karangkering	Sungai	3,56	0,04%
Segoromadu	Sungai	0,63	0,01%
Tenggulunan	Sungai	1,67	0,02%
KECAMATAN GRESIK			
Sidorukun	Aneka Industri	3,12	0,04%
Bedilan	Aneka Industri	0,67	0,01%
Bedilan	Kampung Padat Tidak Teratur	0,46	0,01%
Kroman	Kampung Padat Teratur	0,46	0,01%
Lumpur	Kampung Padat Teratur	0,41	0,00%
Lumpur	Kampung Padat Tidak Teratur	0,27	0,00%
Sidorukun	Aneka Industri	2,03	0,02%
Sidorukun	Jasa Perhubungan/Transportasi	1,69	0,02%
KECAMATAN MANYAR			
Roomo	Aneka Industri	2,99	0,03%
Roomo	Semak	2,17	0,03%
Roomo	Aneka Industri	0,93	0,01%
Roomo	Aneka Industri	0,76	0,01%
Roomo	Aneka Industri	0,15	0,00%
Roomo	Tanah Rusak	5,52	0,06%
Roomo	Sawah Tadah Hujan	0,26	0,00%
Manyarejo	Tambak	77,81	0,90%
Manyarsidorukun	Tambak	19,79	0,23%
Manyarsidorukun	Tambak	3,1	0,04%
Manyarsidorukun	Tambak	2,17	0,03%
Manyarejo	Sungai	0,18	0,00%
Manyarejo	Tambak	125,26	1,44%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Manyarejo	Penggaraman	0,47	0,01%
Manyarsidorukun	Penggaraman	28,01	0,32%
Manyarejo	Penggaraman	0,54	0,01%
Manyarsidorukun	Penggaraman	7,94	0,09%
Manyarejo	Tambak	511,32	5,90%
Manyarsidorukun	Tambak	553,8	6,39%
Manyarejo	Sungai	21,52	0,25%
Manyarsidorukun	Sungai	7,23	0,08%
KECAMATAN BUNGAH			
Bedanten	Semak	1,51	0,02%
Bedanten	Sungai	5,87	0,07%
Tanjungwidoro	Sungai	1,98	0,02%
Watuagung	Sungai	11,76	0,14%
Kramat	Tambak	0,26	0,00%
Watuagung	Tambak	0,59	0,01%
Bedanten	Tambak	271,55	3,13%
Kramat	Tambak	1,99	0,02%
Sungonlegowo	Tambak	25,91	0,30%
Tanjungwidoro	Tambak	514,77	5,94%
Watuagung	Tambak	188,41	2,17%
Bedanten	Tambak	3,85	0,04%
Kramat	Tambak	3,18	0,04%
KECAMATAN SIDAYU			
Randuboto	Kampung Padat Teratur	2,04	0,02%
Mojoasem	Tambak	66,91	0,77%
Mriyunan	Tambak	116,56	1,34%
Ngawen	Tambak	9,4	0,11%
Purwodadi	Tambak	0,62	0,01%
Randuboto	Tambak	14,8	0,17%
Sedagaran	Tambak	277,03	3,19%
Srowo	Tambak	16,42	0,19%
Mojoasem	Pergudangan	0,1	0,00%
Mojoasem	Kampung Padat Teratur	0,35	0,00%
Mriyunan	Kampung Padat Teratur	0,33	0,00%
Mriyunan	Kampung Padat Tidak Teratur	6,2	0,07%
Sedagaran	Kampung Padat Tidak Teratur	6,1	0,07%
Srowo	Kampung Padat Tidak Teratur	9,86	0,11%
Mojoasem	Tegalan/Ladang	4,03	0,05%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Mriyunan	Tegalan/Ladang	1,69	0,02%
Randuboto	Jasa Pendidikan	0,09	0,00%
Randuboto	Jasa Pemerintah	0,12	0,00%
Randuboto	Kebun Campuran	0	0,00%
Mojoasem	Tegalan/Ladang	4,03	0,05%
Mriyunan	Tegalan/Ladang	1,69	0,02%
Randuboto	Jasa Pendidikan	0,09	0,00%
Randuboto	Jasa Pemerintah	0,12	0,00%
Randuboto	Kebun Campuran	0	0,00%
KECAMATAN UJUNGPAKKAH			
Karangrejo	Tambak	204,7	2,36%
Kebonagung	Tambak	17,05	0,20%
Ketapang lor	Tambak	488,09	5,63%
Pangkah kulon	Tambak	6,54	0,08%
Pangkah wetan	Tambak	720,44	8,31%
Tanjangawan	Tambak	58,58	0,68%
Ketapang lor	Kampung Padat Teratur	0,14	0,00%
Banyuurip	Tegalan/Ladang	15,48	0,18%
Kebonagung	Tegalan/Ladang	1,11	0,01%
Pangkah kulon	Tegalan/Ladang	8,64	0,10%
Pangkah kulon	Kebun Campuran	0,13	0,00%
Pangkah kulon	Kampung Jarang Tidak Teratur	6,13	0,07%
Pangkah kulon	Kampung Jarang Tidak Teratur	2,78	0,03%
Banyuurip	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,59	0,01%
Pangkah kulon	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,45	0,01%
Pangkah kulon	Semak	8,01	0,09%
Banyuurip	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,29	0,00%
Banyuurip	Kampung Padat Tidak Teratur	16,37	0,19%
Pangkah wetan	Tambak	6,47	0,07%
Ngembo	Tegalan/Ladang	8,19	0,09%
Banyuurip	Sungai	0,11	0,00%
Pangkah wetan	Tambak	59,84	0,69%
Banyuurip	Tambak	125,66	1,45%
Pangkah kulon	Tambak	1195,21	13,78%
Pangkah wetan	Tambak	38,96	0,45%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Ketapang lor	Sungai	16,02	0,18%
Pangkah kulon	Sungai	21,97	0,25%
Pangkah wetan	Sungai	147,73	1,70%
Pangkah wetan	Tambak	1224,52	14,12%
Pangkah kulon	Jasa Pendidikan	0,21	0,00%
Pangkah kulon	Kampung Padat Tidak Teratur	25,1	0,29%
Pangkah wetan	Kampung Padat Tidak Teratur	8,55	0,10%
Karangrejo	Sawah Irigasi	1,29	0,01%
Kebonagung	Sawah Irigasi	0,04	0,00%
Ketapang lor	Sawah Irigasi	17,37	0,20%
Pangkah wetan	Sawah Irigasi	30,38	0,35%
Ketapang lor	Tambak	195,93	2,26%
Pangkah wetan	Tambak	220,56	2,54%
Banyuurip	Sawah Irigasi	7,85	0,09%
Pangkah kulon	Kampung Jarang Tidak Teratur	2,84	0,03%
Banyuurip	Sawah Irigasi	1,59	0,02%
Banyuurip	Kampung Padat Tidak Teratur	0,29	0,00%
Banyuurip	Kampung Padat Tidak Teratur	0,2	0,00%
Banyuurip	Peternakan Lainnya	0,27	0,00%
Banyuurip	Tambak	1,98	0,02%
Banyuurip	Kampung Padat Tidak Teratur	0,06	0,00%
Ngembo	Kampung Padat Tidak Teratur	0,48	0,01%
Banyuurip	Semak	6,73	0,08%
Banyuurip	Sawah Irigasi Lebih dari 2x Padi/Tahun	18,42	0,21%
Ngembo	Semak	0,04	0,00%
Ngembo	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,29	0,00%
Ngembo	Padang Rumput	11	0,13%
Ngembo	Tambak	1,07	0,01%
Ngembo	Semak	0,12	0,00%
Ngembo	Padang Rumput	0,75	0,01%
Ngembo	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,18	0,00%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Pangkah kulon	Kampung Padat Tidak Teratur	6,26	0,07%
Ngembo	Kampung Padat Tidak Teratur	0,07	0,00%
Ngembo	Tambak	1,51	0,02%
Banyuurip	Semak	1,88	0,02%
Banyuurip	Semak	2,13	0,02%
Banyuurip	Jasa Pendidikan	0,02	0,00%
Pangkah wetan	Tambak	256,1	2,95%
Pangkah kulon	Tambak	288,39	3,33%
Pangkah wetan	Tambak	65,84	0,76%
KECAMATAN PANCENG			
Banyutengah	Tegalan/Ladang	1,97	0,02%
Campurrejo	Tegalan/Ladang	2,29	0,03%
Dalegan	Tegalan/Ladang	0,94	0,01%
Campurrejo	Tambak	3,64	0,04%
Campurrejo	Semak	0,02	0,00%
Campurrejo	Semak	0,45	0,01%
Campurrejo	Tegalan/Ladang	0,54	0,01%
Campurrejo	Kampung Padat Tidak Teratur	2,22	0,03%
Campurrejo	Kampung Padat Teratur	0,86	0,01%
Dalegan	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,06	0,00%
Dalegan	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,11	0,00%
Dalegan	Tambak	2,31	0,03%
Dalegan	Sawah Irigasi	20,43	0,24%
Dalegan	Kampung Jarang Tidak Teratur	0	0,00%
Dalegan	Kampung Jarang Tidak Teratur	4,42	0,05%
Dalegan	Semak	0,26	0,00%
Campurrejo	Kampung Padat Teratur	4,5	0,05%
Sidokumpul	Kampung Padat Teratur	0	0,00%
Weru	Kampung Padat Teratur	0,02	0,00%
Dalegan	Tambak	2,72	0,03%
Campurrejo	Sawah Irigasi	7,07	0,08%
Dalegan	Sawah Irigasi	0,11	0,00%
Campurrejo	Tambak	0,02	0,00%
Banyutengah	Tambak	1,09	0,01%
Campurrejo	Tambak	51,71	0,60%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Campurrejo	Tegalan/Ladang	0,03	0,00%
Campurrejo	Tambak	11,57	0,13%
Campurrejo	Tegalan/Ladang	1,63	0,02%
Campurrejo	Tegalan/Ladang	1,02	0,01%
Dalegan	Tambak	1,79	0,02%
Dalegan	Kampung Jarang Tidak Teratur	0,74	0,01%
Dalegan	Semak	0,15	0,00%
Campurrejo	Tegalan/Ladang	0,03	0,00%
Dalegan	Tegalan/Ladang	0,44	0,01%
Dalegan	Jasa Lainnya	0,19	0,00%
Dalegan	Tanah Kosong	0,55	0,01%
Total wilayah yang tergenang		8671,67	100,00%

LAMPIRAN 4

Tabel 11. Luas Wilayah Tergenang Menurut Jenis Penggunaan Lahan Tahun 2033 (2,84 meter)

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Kecamatan Ujungpangkah			
TANJANGAWAN	Tambak	58,58	0,67%
NGEMBO	Kampung	0,48	0,01%
NGEMBO	Kampung	0,55	0,01%
NGEMBO	Padang Rumput	11,75	0,13%
NGEMBO	Semak	0,16	0,00%
NGEMBO	Tambak	2,59	0,03%
NGEMBO	Tegalan/Ladang	8,19	0,09%
PANGKAH KULON	Jasa Pendidikan	0,21	0,00%
PANGKAH KULON	Kampung	12,20	0,14%
PANGKAH KULON	Kmapung	31,36	0,36%
PANGKAH KULON	Kebun Campuran	0,13	0,00%
PANGKAH KULON	Semak	8,01	0,09%
PANGKAH KULON	Sungai	21,97	0,25%
PANGKAH KULON	Tambak	1490,14	17,12%
PANGKAH KULON	Tegalan/Ladang	8,64	0,10%
PANGKAH WETAN	Kampung	8,55	0,10%
PANGKAH WETAN	Sawah	30,38	0,35%
PANGKAH WETAN	Sungai	147,73	1,70%
PANGKAH WETAN	Tambak	2592,69	29,79%
KARANGREJO	Sawah	1,29	0,01%
KARANGREJO	Tambak	204,70	2,35%
KEBONAGUNG	Sawah Irigasi Lebih dari 2x Padi/Tahun	0,04	0,00%
KEBONAGUNG	Tambak	17,05	0,20%
KEBONAGUNG	Tegalan/Ladang	1,11	0,01%
KETAPANG LOR	Kampung Padat Teratur	0,14	0,00%
KETAPANG LOR	Sawah	17,37	0,20%
KETAPANG LOR	Sungai	16,02	0,18%
KETAPANG LOR	Tambak	684,02	7,86%
BANYUURIP	Jasa Pendidikan	0,02	0,00%
BANYUURIP	Kampung	0,88	0,01%
BANYUURIP	Kampung	16,93	0,19%
BANYUURIP	Peternakan Lainnya	0,27	0,00%
BANYUURIP	Sawah	27,87	0,32%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
BANYUURIP	Semak	10,75	0,12%
BANYUURIP	Sungai	0,11	0,00%
BANYUURIP	Tambak	127,64	1,47%
BANYUURIP	Tegalan/Ladang	15,48	0,18%
Kecamatan Bungah			
KRAMAT	Tambak	39,00	0,45%
WATUAGUNG	Sungai	11,76	0,14%
WATUAGUNG	Tambak	189,00	2,17%
TANJUNGWIDORO	Sungai	1,98	0,02%
TANJUNGWIDORO	Tambak	514,77	5,91%
SUNGONLEGOWO	Tambak	25,91	0,30%
BEDANTEN	Semak	1,51	0,02%
BEDANTEN	Sungai	5,87	0,07%
BEDANTEN	Tambak	275,41	3,16%
Kecamatan Gresik			
SIDORUKUN	Aneka Industri	6,54	0,08%
SIDORUKUN	Instalasi	0,32	0,00%
SIDORUKUN	Jasa	2,92	0,03%
SIDORUKUN	Kampung	0,03	0,00%
PULOPANCIKAN	Aneka Industri	0,02	0,00%
KROMAN	Kampung	0,62	0,01%
LUMPUR	Kampung	0,61	0,01%
LUMPUR	Kampung	0,32	0,00%
BEDILAN	Aneka Industri	0,67	0,01%
KEPUTERAN	Kampung	0,00	0,00%
BEDILAN	Kampung	0,48	0,01%
Kecamatan Panceng			
WERU	Kampung	0,02	0,00%
BANYUTENGAH	Tambak	1,09	0,01%
BANYUTENGAH	Tegalan/Ladang	1,97	0,02%
CAMPURREJO	Kampung	5,36	0,06%
CAMPURREJO	Kampung	2,22	0,03%
CAMPURREJO	Sawah	7,07	0,08%
CAMPURREJO	Semak	0,47	0,01%
CAMPURREJO	Tambak	66,94	0,77%
CAMPURREJO	Tegalan/Ladang	5,54	0,06%
DALEGAN	Jasa Lainnya	0,19	0,00%
DALEGAN	Kampung	5,33	0,06%
DALEGAN	Sawah	20,54	0,24%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
DALEGAN	Semak	0,42	0,00%
DALEGAN	Tambak	6,82	0,08%
DALEGAN	Tanah Kosong	0,55	0,01%
DALEGAN	Tegalan/Ladang	1,38	0,02%
Kecamatan Kebomas			
TENGGULUNAN	Sungai	1,67	0,02%
TENGGULUNAN	Tambak	1,80	0,02%
SEGOROMADU	Sungai	0,63	0,01%
SEGOROMADU	Tambak	1,70	0,02%
INDRO	Aneka Industri	1,39	0,02%
KARANGKERING	Aneka Industri	2,82	0,03%
KARANGKERING	Jasa Lainnya	2,19	0,03%
KARANGKERING	Semak	0,01	0,00%
KARANGKERING	Sungai	3,56	0,04%
KARANGKERING	Tambak	2,73	0,03%
Kecamatan Manyar			
ROOMO	Aneka Industri	4,83	0,06%
ROOMO	Sawah Tadah Hujan	0,26	0,00%
ROOMO	Semak	2,17	0,02%
ROOMO	Tanah Rusak	5,52	0,06%
MANYAREJO	Penggaraman	1,01	0,01%
MANYAREJO	Sungai	21,70	0,25%
MANYAREJO	Tambak	714,39	8,21%
MANYARSIDORUKUN	Penggaraman	35,95	0,41%
MANYARSIDORUKUN	Sungai	7,23	0,08%
MANYARSIDORUKUN	Tambak	578,87	6,65%
Kecamatan Sidayu			
MOJOASEM	Kampung	0,35	0,00%
MOJOASEM	Pergudangan	0,10	0,00%
MOJOASEM	Tambak	68,71	0,79%
MOJOASEM	Tegalan/Ladang	4,03	0,05%
MRIYUNAN	Kampung	0,33	0,00%
MRIYUNAN	Kampung	6,20	0,07%
MRIYUNAN	Tambak	116,56	1,34%
MRIYUNAN	Tegalan/Ladang	1,69	0,02%
NGAWEN	Tambak	9,40	0,11%
PURWODADI	Tambak	0,62	0,01%
RANDUBOTO	Jasa Pemerintah	0,12	0,00%

Desa	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
RANDUBOTO	Jasa Pendidikan	0,09	0,00%
RANDUBOTO	Kampung	2,04	0,02%
RANDUBOTO	Kebun Campuran	0,00	0,00%
RANDUBOTO	Tambak	14,80	0,17%
SEDAGARAN	Kampung	6,10	0,07%
SEDAGARAN	Tambak	277,03	3,18%
SROWO	Kampung	9,86	0,11%
SROWO	Tambak	16,42	0,19%
Total Wilayah Tergenang		8704,49	100,00%

Tabel 12.Nilai Produksi Ikan Menurut Kabupaten Tahun 2013

Kabupaten/Kota	Penangkapan		Budidaya							Jumlah
	Perikanan	Perairan	Laut	Kolam	Karamba	Japung	Sawah	Minatani	Tambak	
	Laut	Umum					Tambak			
Kabupaten										
01. Pacitan	69 115 464	4 162 000	2 900 000	9 742 946	-	-	-	-	8 321 392	94 241 802
02. Ponorogo	-	1 313 000	-	30 404 000	-	816 750	-	-	-	32 533 750
03. Trenggalek	178 499 622	187 801	-	33 291 266	-	-	-	-	-	211 978 689
04. Tulungagung	32 858 611	9 173 780	-	404 982 180	-	-	-	-	15 838 970	462 853 541
05. Blitar	13 090 026	2 936 620	-	114 001 150	-	1 425 700	-	76 200	15 530 000	147 059 696
06. Kediri	-	1 661 180	-	139 388 886	145 281	-	-	220 645	-	141 415 992
07. Malang	140 136 811	6 590 567	-	72 169 827	-	135 566 642	-	349 674	49 377 200	404 190 721
08. Lumajang	15 903 515	4 861 867	-	11 506 209	133 056	12 996 528	-	-	41 990 940	87 392 115
09. Jember	116 167 050	1 479 500	-	87 133 950	-	-	-	136 600	46 873 800	251 790 900
10. Banyuwangi	655 313 830	1 216 028	11 134 020	46 406 723	1 255 935	-	-	576 120	656 501 513	1 372 404 168
11. Bondowoso	-	8 003 444	-	21 015 445	420 654	-	-	483 137	-	29 922 680
12. Situbondo	90 234 914	-	2 486 860	3 345 335	-	-	-	-	125 303 315	221 370 424
13. Probolinggo	76 102 630	1 787 545	335 215	4 688 714	68 600	74 600	-	-	180 314 010	263 371 314
14. Pasuruan	80 982 501	1 410 671	-	20 183 311	-	14 896 488	-	-	228 504 155	345 977 126
15. Sidoarjo	100 695 892	4 961 810	-	205 620 400	-	-	-	-	1 431 191 120	1 742 469 222
16. Mojokerto	-	2 281 963	-	5 344 373	357 713	532 528	-	-	-	8 516 577
17. Jombang	-	2 861 075	-	186 648 940	25 100	-	-	-	-	189 535 115
18. Nganjuk	-	6 439 536	-	139 475 100	40 250	81 900	28 800	43 700	-	146 109 286
19. Madiun	-	4 635 600	-	35 166 420	-	255 163	-	-	-	27 483 322
20. Magetan	-	697 411	-	11 966 030	-	-	-	5 231 184	-	46 262 197
21. Ngawi	-	4 854 606	-	22 373 553	-	-	-	-	-	-
22. Bojonegoro	-	15 069 532	-	25 961 481	1 853 904	-	131 456 160	91 131 375	210 700 235	502 912 369
23. Tuban	43 035 954	15 672 251	-	9 062 491	474 258	158 317	562 856 720	96 080	129 186 892	1 557 939 870
24. Lamongan	820 430 420	29 269 259	-	15 467 924	-	-	851 852 190	-	774 581 051	1 997 390 540
25. Gresik	361 175 750	4 579 224	1 476 000	3 726 325	-	176 400	96 440	-	36 527 040	287 702 340
26. Bangkalan	245 883 141	2 663 470	107 500	2 248 349	-	143 860	-	-	81 039 700	197 963 624
27. Sampang	112 320 881	355 683	33 500	4 070 000	-	-	-	-	36 470 107	363 754 334
28. Pamekasan	321 514 178	316 000	1 172 053	4 281 996	-	-	-	-	36 655 575	1 854 198 978
29. Sumenep	825 814 650	670 375	988 631 328	2 427 050	-	-	-	-	-	-
Kota					10 141	-	-	-	-	2 889 822
71. Kediri	-	886 743	-	1 992 939	-	-	-	-	-	2 981 360
72. Blitar	-	-	-	2 981 360	99 815	-	-	-	-	689 854
73. Malang	-	-	-	590 039	-	-	-	-	5 020 750	187 407 315
74. Probolinggo	177 031 262	101 523	-	5 253 780	11 960	-	-	-	8 282 035	17 330 993
75. Pasuruan	8 774 239	-	-	262 759	-	-	-	-	-	3 278 770
76. Mojokerto	-	76 630	-	3 202 140	-	-	-	-	-	2 368 533
77. Madiun	-	656 467	-	1 712 066	-	2 288 009	-	-	204 744 880	400 378 797
78. Surabaya	170 998 611	4 357 465	-	17 989 832	62 475	-	-	-	-	882 335
79. Batu	-	-	-	819 860	-	-	-	-	-	-
Jumlah	4 656 079 952	146 190 624	1 008 276 476	1 706 905 147	4 959 142	169 458 985	1 546 290 310	98 344 715	4 322 954 679	13 659 460 030

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dampak perubahan iklim berdasarkan kenaikan muka air laut yang terjadi di Kecamatan Pesisir Gresik dapat disimpulkan luas wilayah yang rentan tergenang kenaikan muka air laut pada 10 tahun mendatang, tahun 2023 mencakup luas wilayah 8.671,67 ha dan pada tahun 2033 terdapat penambahan luas wilayah tergenang menjadi 8706,72 ha. Sebaran wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap kenaikan muka air laut di Kecamatan Pesisir Gresik adalah kawasan tambak dan permukiman. Beberapa desa yang rentan antara lain Desa Pangkah kulon, Pangkah Wetan, Manyarejo.

Nilai produksi perikanan tambak yang rentan tergenang pada tahun 2023 akan mengalami kerugian sebesar Rp 351.573.000.000,00, adapun nilai produksi tahun 2033 yang rentan sebesar 351.757.899.047,87. Nilai produksi pertanian yang rentan mengalami kerugian sebesar Rp Rp 687.373.745,60. Dampak ekonomi terhadap penduduk pesisir yang memiliki mata pencaharian petani tambak adalah sebanyak 8.905 orang dengan besar kehilangan pendapatan Rp 290.000,00 pada 1 (satu) periode masa panen (1 tahun = 4 periode).

Upaya Mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengembangan kawasan hutan kota dengan pemilihan vegetasi yang dapat menyerap emisi GRK dengan optimal. Adapun upaya adaptasi yang dilakukan untuk mengantisipasi dampak dari kenaikan muka air laut secara umum berdasarkan jenis penggunaan lahan yaitu di kawasan tambak dan kawasan permukiman. Beberapa upaya teknis yang dilakukan di kawasan tambak adalah dengan pembangunan tanggul alami mangrove kerapatan vegetasi 25-100 meter sebagai penghalang intrusi air laut ke lahan tambak dan pada kawasan permukiman adalah dengan melakukan sosialisasi kepada masyarakat terkait pembangunan rumah panggung di lahan permukiman dan meletakkan konstruksi baru ke daerah yang aman dari genangan air laut.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Penyempurnaan data untuk melakukan estimasi kenaikan muka air laut diperlukan skenario kenaikan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada tahun ke depan agar hasil perhitungan lebih tepat.
2. Penentuan upaya mitigasi dan adaptasi yang dilakukan membutuhkan kajian dari berbagai aspek secara menyeluruh agar rekomendasi yang diberikan dari penelitian dapat sesuai dengan kebutuhan.
3. Pendekatan mitigasi perubahan iklim membutuhkan upaya bersama secara global untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sehingga dapat berhasil dengan optimal sebagai contoh adalah upaya penurunan GRK dengan mengembangkan sistem transportasi massal yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, P., Suntoyo. 2012. Analisa Perubahan Garis Pantai Di Kawasan Pesisir Pantai Gresik Akibat Kenaikan Muka Air Laut. Insitut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Anggraini, N., Trisakti, B., Soesilo, T.E.B. 2013. Analisis Kerentanan Pesisir dan Prediksi Dampka Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus Wilayah Pesisir Jakarta Utara). Universitas Indonesia: Jakarta.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Wilayah. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Gresik Tahun 2010-2030. Gresik: BAPPEDA Kabupaten Gresik.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gresik. 2013. Kabupaten Gresik dalam Angka. Gresik: BPS Kabupaten Gresik.
- Dahuri, R. 2008. Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan. Pradnya Paramita: Jakarta
- Diposaptono, S. 2009. Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Bogor: Buku Ilmiah Populer.
- DNPI. 2011. Pemetaan kerentanan di daerah provinsi serta inventarisasi kebijakan dan kelembagaan dalam rangka antisipasi dampak perubahan iklim.
- IPCC. 2001. Climate Change 2-1. The IPCC Third Assesment Report
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Observation: Oceanic Climate Change and Sea Level Rise
- Kodoatie, R., Syarief, Roestam. 2010. Tata Ruang Air. Yogyakarta.
- Marfai, M.A., Sudrajat, S., Budiani, S.R., Sartohadi. 2005. Tidal flood hazard risk assessment using iteration model and geographic information system (in Indonesia). The competitive research grants scheme ID: UGM/PHB/2004. Research Centre, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Marfai, M.A., King, L. 2008. Tidal inundation mapping under enhanced land subsidence in Semarang, Central Java Indonesia. Nat Hazard, vol.4, pp 93-109.

- Marfai, M.A., Pratomoatmojo, N. A., Hidayatullah, T., Nirwansyah, A. W., Gomareuzzaman, M. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir berdasarkan Perubahan Garis Pantai dan Banjir Pasang (Studi Kasus: Wilayah Pesisir Pekalongan). Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Marfai, MA. 2012. Bencana banjir rob: studi pendahuluan banjir pesisir Jakarta. Jogjakarta: Graha Ilmu
- Marimin. 2004. Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Jakarta: Grasindo
- Nicholls, R., de la Vega-Leinert., Anne., Overview of The SURVAS Project, Makalah pada Proceeding of APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation in The Asia-Pacific Region, Kobe Japan 14-16 Nopember 2000.
- Pemerintah RI. 2007. Undang–Undang Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Pesisir dan Pulau–Pulau Kecil.
- Pemerintah RI. 2007. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2014 Tentang Kerugian Lingkungan Hidup.
- Putuhena, J. D. 2011. Pengembangan Pulau-Pulau Kecil. ISBN: 978-602-98439-2-7
- Pribadi, U.A. 2011. Penilaian Dampak Kenaikan Muka Air Laut terhadap Wilayah Pesisir (Studi Kasus: Kota Semarang). Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) Kabupaten Gresik Tahun 2009-2029
- Rukaesih, A. 2004. Kimia lingkungan. Penerbit Andi Yogyakarta
- Rusbiantoro, D. 2008. Global Warming for Beginner: Pengantar Komprehensif tentang Pemanasan Global. Niaga Swadaya.
- Sugiyama, M. 2007. Estimating The Economic Cost of Sea-Level Rise. Massachusetts Institute of Technology.
- Sulma, S. 2012. Kerentanan Pesisir terhadap Kenaikan Muka Air Laut (Studi Kasus: Surabaya dan Daerah Sekitarnya). Universitas Indonesia: Depok.
- Suparmoko. 2009. Panduan dan analisis valuasi Biaya sumberdaya alam dan lingkungan (konsep, metode perhitungan, dan aplikasi). Yogyakarta: Fakultas Biaya UGM.

- Sutjahjo, H. 2007. Akankah Indonesia tenggelam akibat pemanasan global?. Niaga Swadaya.
- Taufik, H. A., Saputro, S., Ismunarti., Haryo., Dwi H. 2014. Studi Pasang Surut untuk Perubahan Luas Genangan Akibat Kenaikan Muka Air Laut di Perairan Banyu Urip, Kabupaten Gresik. Universitas Diponegoro: Semarang.
- UNDP Indonesia. 2007. Sisi Lain Perubahan Iklim; Mengapa Indonesia Harus Beradaptasi untuk Melindungi Rakyat Miskinnya.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Malang, 10 Oktober 1991. Pendidikan dasar formal terakhir telah ditamatkan oleh penulis di SMA Negeri 2 Sabang. Pendidikan tinggi sarjana ditempuh oleh penulis di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3609100701 melalui jalur kerjasama Pemda Aceh. Pendidikan tinggi magister ditempuh oleh penulis di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Jurusan Teknik Lingkungan tahun 2014 terdaftar dengan NRP. 3314201023.

Penulis dapat dihubungi pada alamat email adinda.plano@gmail.com